



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Mika Hämeri

# LED-valaistuksen hyödyntäminen lentokenttäympäristössä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

22.5.2020

Tekijä Otsikko  Sivumäärä Aika	Mika Hämeri LED-valaistuksen hyödyntäminen lentokenttäympäristössä  44 sivua + 1 liite 22.5.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	huoltopäällikkö, Ari Liukkonen lehtori, Tapio Kallasjoki
<p>Insinööriyön aiheena oli kartoittaa Helsinki-Vantaan lentokentän alueelta valaisinmääriä, -tyyppejä ja niiden energiankulutusta. Prosessin tarkoituksena oli selvittää valaistuksen nykyinen tilanne ja tarkastella sen uudistamismahdollisuuksia. Tilaajalla oli pohjalla onnistunut kokemus kohteesta, jossa valaistus oli uusittu ja tätä kautta saatu aikaan säästöjä ja haluttiin selvittää, löytyykö lentoasemalta muita vastaavia kohteita. Prosessin myötä lähdettiin tarkastelemaan myös muita Finavian omistamia lentoasemia.</p> <p>Kohteista selvitettiin pohjatiedot ja niiden perusteella lähdettiin laskemaan nykyisen energiankulutuksen kustannuksia, sekä laskettiin alustavat kustannukset valaistuksen LED-valaisimilla korvaamiselle. Tuloksia analysoimalla pystyttiin joko suosittelemaan prosessin jatkamista kohteessa tai toteamaan, että kyseisessä kohteessa takaisinmaksuaika kasvaisi liian suureksi.</p> <p>Työn tilaajan tahto oli selvittää mahdollisia säästökohteita sekä kartoittaa valaistuksen nykyinen tilanne. Selvityksen oli tarkoitus esikarsia lentoasemilta sellaiset kohteet, joissa valaistuksen modernisoinnista voisi olla hyötyä ja joiden tarkastelua kannattaa jatkaa. Tässä vaiheessa ei siis ollut tarkoitus syventyä kohteisiin ja tehdä lopullisia laskelmia. Työ onnistui tarkoituksessaan hyvin ja valikoitujen kohteiden nykytilanne saatiin riittävän hyvin selville, jotta jatkotoimenpiteistä voidaan tehdä päätöksiä.</p>	
Avainsanat	valaistus, LED-valaisin, lentoasema, modernisointi, esiselvitys

Author Title	Mika Hämeri Utilization of LED-lighting in an Airport Environment
Number of Pages Date	44 pages + 1 appendix 22 May 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and automation engineering
Specialisation option	Electrical power engineering
Instructors	Ari Liukkonen, manager of maintenance Tapio Kallasjoki, Senior lecturer
<p>The aim for this thesis work was to map out the amount of lamps, their types and the amount of consumed energy at the Helsinki-Vantaa airport. The purpose of the project was to research the existing state of lighting and examine its cost-effectiveness. The employer had previously had a successful experience with a similar project in which the lighting had been modernized and through that savings had been made. This is why the need to examine the lighting arose. Some areas from other airports were taken into the project as well.</p> <p>Some basic information had to be listed from the target areas and from that it was possible to count the present consumption of energy and the existing costs. The next step was to assume a substitutive LED-lamp and count the approximate costs for the project of replacing the lighting. By analyzing the outcome it was possible to either recommend further examining of the areas or declare that the payback period would be too high.</p> <p>The commissioner's objective was to find possible savings and map out the existing state of the lighting systems. The purpose of the preliminary investigation was to filter target areas where further examination would be useful. It was not purposeful to make a deeper examination or final calculations at this point. The thesis project was successful and the present state of the target areas was clarified and with this information decisions for further actions could be made.</p>	
Keywords	lighting, LED-lamp, airport, modernization, preliminary investigation

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Selvityksessä huomioitavat tilat	2
2.1	HK004 Luola	3
2.2	Terminaali T1	3
2.3	Terminaali T2	4
2.4	Verkostolentoasemat	5
2.5	Pysäköintitalo P3B	5
3	Valaisintyypit ja niiden ohjaus	6
3.1	LED-valaisin	6
3.2	Elohopeahöyryvalaisin	7
3.3	Suurpainenatriumvalaisin	7
3.4	Valaistuksen ohjaus	8
4	Selvitystyön prosessi	9
5	Tulokset	35
6	Yhteenveto	37

### Liitteet

Liite 1. Osram Aqualine 42W

## 1 Johdanto

Finavia Oyj:n omistamilla lentoasemilla on paljon erilaisia tiloja, jotka koostuvat halleista, varastoista, piha-alueista, työskentelytiloista ja erilaisista kulkutiloista. Näissä tiloissa on paljon valaisimia, joista moni on vanhoja ja energiatehokkuudeltaan heikkoja. Valaistuksen tilanteen selvitystä oli pilotoitu Helsinki-Vantaan lentoasemalla pysäköintitalossa P5. Selvityksessä ilmeni, että pysäköintitalon valaistus on kaukana optimaalisesta ja täten aiheuttaa paljon ylimääräisiä kustannuksia ja huoltotyötä. Valaisimien sijainnit, määrät, valon laatu ja energiatehokkuus eivät olleet halutulla tasolla, joten valaistus päätettiin modernisoida. Tästä saatiin esimerkkitapaus onnistuneesta valaistus uudistuksesta, jota haluttiin lähteä laajentamaan lentoasemien muihin tiloihin.

Insinööritöiden aiheena on valita lentoasemien alueilta kohteita, joissa valaistuksessa on havaittu puutteita. Tarkoituksena on selvittää kohteiden valaistuksen nykytilanne ja kartoittaa valaistuksen laatu ja valaistuksen kuluttaman energian määrä. Huomioon otetaan tilojen mahdolliset erityiset piirteet ja tarpeet. Lisäksi saatujen tietojen perusteella yritetään tarjota vastaavaa modernimpaa valaistustapaa LED-valaisimia käyttämällä ja sitä ohjaamalla. Selvityksen päämääränä on tuoda yritykselle rahallisia säästöjä ja lisätä lentoasemien ekologisuutta.

Opinnäytetyön kohteena oli pääsääntöisesti Helsinki-Vantaan lentoasema, sillä selvitys tehtiin sieltä käsin. Lentoasemalta poimittiin selkeitä kohteita, joissa säästöjä voitaisiin saada aikaan. Lisäksi työssä tehtiin myös pintaraapaisu verkostolentoasemien tilanteeseen. Näitä selvityksiä tulee jatkaa, mutta nopealla katsauksella niidenkin osalta löydettiin kehityksen kohteita. Työssä tutustutaan tiloihin hiukan tarkemmin ja lasketaan tapauskohtaisesti energian kulutukset, mahdollisen modernisoinnin kustannukset sekä urakoiden takaisinmaksuajat.

Finavia Oyj

Finavia Oyj on valtio-omisteinen osakeyhtiö, jonka omistuksessa on 21 lentoasemaa ympäri Suomea. Suomessa on myös muutamia kaupunkien ja kuntien omistamia lentoasemia, joiden toiminnassa Finavia ei ole mukana. Yhtiö pitää huolen lentoasemien

toiminnasta ja kunnossapidosta ja sen asiakkaita ovat lentoyhtiöt, muut alan toimijat, sekä matkustajat. [1.]

Finavia on perustettu nykyisessä muodossaan 1.1.2010, mutta sen historia yltää peräti vuodelle 1922. Tuolloin lentoliikenne tuli osaksi kulkulaitosministeriötä, joka tunnetaan nykyisin liikenne- ja viestintäministeriönä, hallintoa. Vuosikymmenten kuluessa tämän ilmailuviranomaisen tehtävät ja vastuut ovat muuttuneet useaan otteeseen ja nykyisen yhtiön tarkoituksena onkin harjoittaa liiketoimintaa, joka puolestaan on vaikuttanut Finavian tarjoamiin palveluihin suuresti. [2.]

Finavialla on myös suuri yhteiskunnallinen vaikutus ja on vahvasti mukana esimerkiksi ohjaamassa lentokenttätoimintaa kohti hiilineutraaliutta. Yhtiö tukee omalla ohjelmallaan kansainvälistä ilmastopöytäkirjaa, jonka mukaan Eurooppaan tulisi saada sata hiilineutraalia lentoasemaa vuoteen 2030 mennessä. Tämän työn alettua Finavian oma tavoite oli kuitenkin, että kaikki sen hallinnoimat lentoasemat olisivat hiilineutraaleja jo 2020 mennessä. Tämä tavoite saatiin toteutettua jo keväällä 2019 eli vuoden etujassa. [3.]

Muita vastuullisuuden painopisteitä ovat turvallisuus ja asiakkaan odotusten mukainen palvelutaso. Näiden teemojen takana on ajatus siitä, että niin matkustajalla, kuin muilla lentoaseman toimijoilla, olisi helppoa ja turvallista työskennellä ja oleilla lentoasemilla. Finavia Oyj:llä on palkkalistoillaan 2800 henkilöä pitämässä näistä standardeista kiinni. Yhtiön visiona on tuoda suomalaisille Pohjois-Euroopan parhaat yhteydet maailmalle ja lisätä Suomen houkuttelevuutta matkakohteena. [1.]

## **2 Selvityksessä huomioitavat tilat**

Tämän opinnäytetyön selvityksen alaisena on ollut useita kohteita ja niistä pienempiä on kasattu yhteen isomman ja selkeämmän kokonaisuuden saavuttamiseksi. Osalla kohteista on tilan käytöstä johtuvia erityispiirteitä, jotka saattavat vaikuttaa tulosten tarkasteluun tai kohteen selvitykseen valituksi tulemiseen. Kohteita on valikoitu niin Helsinki-Vantaan lentoaseman alueelta, kuin sitten verkostolentoasemilta ympäri Suomea.

## 2.1 HK004 Luola

Luola on kaksikerroksinen kohde Helsinki-Vantaalla, joka koostuu suurimmaksi osaksi väestönsuojasta, toimistotiloista ja pitkistä käytävistä. Kulkutiloissa on paljon valaistusta, jonka käyttöaste on todella korkea. Sen lisäksi luolaan on useita tunnelimaisia sisäänkäyntejä, joissa on paljon valaisimia. Tässä selvityksessä keskitytään käytäviin ja sisäänkäynteihin ja jätetään huomioimatta työskentelytilat. Luola valittiin kohteeksi, koska se on yksi iso yksittäinen kohde, jossa on suuri energian kulutus.

Tällä hetkellä valaistus on toteutettu yksi- ja kaksilamppuisilla loisteputkivalaisimilla, joista 60 kpl käyttää 58 W:n loisteputkia, joiden teho liitäntälaitteineen on yhdellä loisteputkella 80 W ja kahdella putkella 130 W. Lisäksi 300 kpl valaisimista käyttää 36 W:n loisteputkia, joiden teho liitäntälaitteella on 42 W. Liitäntälaitteesta aiheutuu siis noin 15 %:n tehohäviö. Valaisimista muutamaa yksittäistä lukuun ottamatta valaisimia ei ohjata lainkaan, vaan ne ovat koko ajan päällä. Tämä kasvattaa energiankulutusta suuresti ja pienentää huoltoväliä. Valaistuksen laskettu vuosittainen sähkönkulutus on noin 230 MWh.

## 2.2 Terminaali T1

Terminaalilla T1 tarkoitetaan Helsinki-Vantaan lentoaseman itä-kaakkoissiipeä ja se kattaa lähtö- ja tuloaulan 1, porttialueet 11–15 ja muut tilat ja ulkoalueet, jotka ympäröivät tätä aluetta. Tähän selvitykseen terminaalin T1 alueelta on poimittu seuraavat kohteet:

- Rahtitie alikulku, suurpainenatriumvalaisin, 26 kpl, 150 W
- Lähtö- ja tuloaula 1, elohopeahöyryvalaisin, 159 kpl, 125 W
- Porttialue 12–15, elohopeahöyryvalaisin, 225 kpl, 125 W
- P-taso pukuhuonekäytävät, loisteputkivalaisimet, 193 kpl, useita tehoja
- Sillanalusvalot, elohopeahöyryvalaisin, 241 kpl, 80 W
- Lippavalot, elohopeahöyryvalaisin, 14 kpl, 125 W
- Matkatavaran käsittely, loisteputkivalaisimet, 559 kpl, useita tehoja
- T1-P3 tunneli, loiste- ja pienoisloistelamppuvalaisimet, 133 kpl, useita tehoja

Terminaalin T1 kohteet valittiin suurien valaisinmäärien, nykyisten valaisintyyppien tai muiden erikoispiirteiden mukaan. Lentoaseman alueella halutaan päästä kaikista elohopeahöyryvalaisimista modernimpaan vaihtoehtoon, sillä ne kuluttavat

valotehokkuuteensa nähden paljon energiaa ja EU kielsi elohopeahöyrylampputen tuomisen markkinoille jo vuonna 2015. Lisäksi Rahtitien alikulun mitalla on 26 kpl suurpainenatriumvalaisimia, jotka myöskään eivät ole energiatehokkuudeltaan viimeisintä huutoa ja lisäksi tilalle haluttiin vaihtaa valkoista ja värintoistoltaan parempaa valaistusta, sillä nykyisellä vaihtoehdolla saattaa ilmetä sokaisevaa vaikutusta alikulkuun tai sieltä pois ajaessa.

Viimeisenä erityishuomiona ovat lippavalot, joilla tarkoitetaan terminaalirakennuksen kentän tai kiitoradan puoleista lipan valaistusta. Kiitoradan puoleinen ulkoalue on tarkoitettu koneiden ja niihin liittyvien kulkuneuvojen liikkumiseen ja alueelle pääsyyn tulee aina olla lupa ja siellä työskentely vaatii erityisiä toimenpiteitä. Tämän vuoksi kyseisiin valaisimiin olisi hyvä saada korvaava vaihtoehto, jonka huoltoväli olisi mahdollisimman pitkä.

### 2.3 Terminaali T2

Terminaalilla T2 tarkoitetaan Helsinki-Vantaan lentoaseman osiota, joka jatkuu terminaalilta T1 kaukolentojen puolelle asti ja sen ympäröivää aluetta. Terminaali T2 kattaa portit 21 ja siitä ylöspäin. Tähän selvitykseen terminaalin T2 alueelta on poimittu seuraavat kohteet:

- Lippavalot asemataso, elohopeahöyryvalaisin, 246 kpl, 80 W
- HK001A, P-tason pukuhuone käytävät, loisteputkivalaisimet, 417 kpl, useita tehoja
- Tavaravastaanotto 2, suurpainenatrium ja elohopea, 141 kpl, useita tehoja
- Porttialue 19–27, pienoisloistelamppuvalaisin, 340 kpl, 2x20 W
- Matkatavaravastaanotto, loisteputkivalaisimet, 982 kpl, useita tehoja
- Yhdyskäytävä, loisteputkivalaisimet, 113 kpl, 3x14 W
- Yhdyskäytävä P-taso, loisteputki- ja downlight-valaisimet, 458 kpl, useita tehoja

Terminaalin T2 kohteet valittiin pääasiassa suurien valaisinmassojen perusteella. Toki tälläkin alueella huomioitiin kohteiden erityispiirteitä. Terminaalin T2 alueella oli huomattavasti enemmän lippavaloloja, joten huoltovälin pidentäminen oli tällä puolella vielä tärkeämpää, kuin Terminaalissa T1. Terminaaliin T2 on laskettu myös terminaaleja T1 ja T2 yhdistävä yhdyskäytävä, jossa puolestaan todettiin, että sen läpi kulkeva



ihmismassa on niin suurta, että kohteessa haluttiin myös korvata valaisimet huoltovarmemmalla vaihtoehdolla. Alueen loisteputkivalaisimet olivat joko täysin ohjaamattomia, eli paloivat jatkuvasti täydellä teholla, tai sitten ne olivat ohjattuja kytkimillä, joista oli huolta, että nekin jäävät päälle.

## 2.4 Verkostolentoasemat

Verkostolentoasemilla tarkoitetaan Helsinki-Vantaan lisäksi Finavian omistuksessa olevien lentoasemien verkostoa, joka levittyy ympäri Suomea. Selvityksessä ei toistaiseksi haluttu paneutua verkoston valaistustilanteeseen yhtä suurella volyymillä, kuin Helsinki-Vantaalla. Verkoston suurempi kartoitus olisi vaatinut selvitystä tekevien työntekijöiden kiertämistä verkostolentoasemilla tarkistamassa tilanteen paikan päällä, tai vastaavasti laajempaa keskustelua kunkin huoltopäällikön tai muun tilojen käytöstä ja ylläpidosta vastaavien henkilöiden kanssa. Kohdekohtainen perehtyminen ja siihen liittyvän aikataulujen yhteen sovittaminen koettiin sen verran raskaana prosessina, että todettiin että selvityksen tekoajankohtana siihen ei riittänyt aika. Siispä verkostolentoasemien henkilökunnalle lähetettiin avoin kysely, jossa kysyttiin kokevatko he tarpeita valaistuksen modernisoinnille ja jos heillä tuli kohteita mieleen, pyydettiin näistä hieman yleistietoja. Prosessissa jouduttiin toimimaan minimitiedoilla, eli laskelmissa oli vaihtelevasti tietoa tilasta yleensä ja valaisinmäärät ja niiden tehot sillä tarkkuudella, millä niitä satuttiin saamaan. Verkostolentoasemien kohteiden erityispiirteitä ovatkin epämääräiset kohteet ja kohteiden erilaisuus, sillä niiden modernisoinnin tarpeet jäivät täysin paikallisten toimijoiden arvioinnin varaan.

## 2.5 Pysäköintitalo P3B

Pysäköintitalo P3B on kuusikerroksinen pyöreä pysäköintirakennus, joka sijaitsee Terminaalin T1 edustalla ja on yhteydessä viereiseen pysäköintitaloon P3. Pysäköintitalon laskelmat päätettiin tehdä, sillä se muistutti ominaisuuksiltaan esimerkkitapausta P5, joten oltiin melko varmoja kohteen modernisoinnin kannattavuudesta. Selvitykseen ei kuitenkaan haluttu käyttää kovinkaan paljon aikaa ja resursseja, sillä pysäköintitalon kohtalosta ei oltu täysin varmoja. Epäiltiin, että pysäköintitalo saattaa joutua purkamisen kohteeksi lentoaseman lähitulevaisuudessa.

### 3 Valaisintyypit ja niiden ohjaus

Valaistus on oleellinen osa päivittäistä elämäämme. Riittävä valaistus helpottaa meitä työskentelemään, mutta sen lisäksi oikeanlainen valaistus lisää tunnelmaa ja on siksi tärkeä osa sisustamista. Riittävän valaistuksen tuoman turvallisuuden lisäksi valolla ja valaistuksella on löydetty paljon yhteyttä terveyteen ja hyvinvointiin. Kun valaistus näyttää näin tärkeää roolia itse kullekin, on aiheellista pohtia valaistuksen energiatehokkuutta ja ympäristöystävällisyyttä. Onkin tutkittu, että valaistukseen kuluu huomattava osa koko maailman energiantuotannosta. Suomessa tämä tarkoittaa noin kymmenen prosentin osuutta ja joissain kohteissa vielä enemmän. Tehokkain tapa pitää huolta valaistuksen energiatehokkuudesta on käyttää energialuokituksestaan hyviä valaisimia ja niiden älykästä ohjausta. [4;5.]

#### 3.1 LED-valaisin

LED eli ledi saa nimensä englannin kielisistä sanoista Light Emitting Diode eli valoa säteilevä diodi. Se on komponentti, joka päästää virtaa yhteen suuntaan ja näin tehdessään hehkuu valoa. Ledejä on erilaisia, ja niiden väri vaihtelee sen materiaalista riippuen. Ledejä on ollut olemassa jo hyvin pitkään ja ensimmäinen lajiaan valmistettiin jo vuonna 1907. Ensin huomattiin, että jotkut puolijohdeaineet säteilevät infrapunavaloa. Ensimmäistä näkyvää valoa tuottavaa lediä saatiin kuitenkin odottaa vielä 60-luvun alulle saakka ja tällöinkin ledi oli ainoastaan punainen. Kymmenen vuotta myöhemmin keksittiin ensimmäinen keltainen ledi ja samalla punaisista ja punaoransseista ledeistä saatiin ensi kertaa huomattavasti enemmän valoa. Vasta näiden jälkeen keksittiin tuomaidan tuntemamme kirkas sininen LED ja pian sen jälkeen sinisestä ledistä saatiin suodatettua valkoinen päällystämällä se loisteaineella, muuttaen osan säteilystä keltaiseksi. Tällöin silmämme aistii valon puhtaana valkoisena. Tämän myötä ledien käyttö on levinnyt elektroniikasta moneen muuhunkin käyttötarkoitukseen. Ledit olivat alun perin käytössä esimerkiksi merkkivaloina, mutta ovat tehokkuutensa moninkertaistettuaan päätyneet jokapäiväiseen käyttöömme. [6;7.]

Hyvän valon tuotannon lisäksi ledeillä on muitakin hyviä ominaisuuksia. Ne eivät juurikaan lämpene eivätkä täten kärsi lämmön aiheuttamista energiahäviöistä. Ledit ovatkin hyvin energiatehokkaita. Lämpenemistä ei myöskään tarvitse ottaa huomioon koteloinnissa ja muussa valaisimen suunnittelussa. Ledit ovat myös pienikokoisia ja hyvin kestäviä. Niissä ei ole rikkoutuvaa kupua tai hehkulankaa ja ovat oikein

asennettuna pitkäikäisiä. LED-valaisimen käyttöikä voi olla jopa 100 000 tuntia ja useimmiten se vaihdetaan, kun se on himmentynyt 70 prosenttiin alkuperäisestä valotehostaan. Lisäksi ledien valmistus on melko edullista varsinkin, jos puhutaan matalatehoisista ledeistä, sillä niiden valmistukseen käytetään lähinnä muovia ja puolijohteita, kuten piitä. [8;9.]

### 3.2 Elohopeahöyryvalaisin

Elohopeahöyryvalaisin on edelleen vanhemmissa kohteissa, erityisesti ulkovalaistuksessa, suuresti käytössä oleva valaisintyyppi. Elohopeahöyryvalaisimien toiminta perustuu elohopeahöyryn lämmittämiseen ja paineistamiseen, joka auttaa vapauttamaan sähkömagneettista säteilyä. Osa tästä säteilystä on ultraviolettisäteilyä, joka on haitallista silmille ja iholle. Lampun suojakupu on kvartsilasia, joka loisteaineella päällystettynä säteilee näkyvää valoa. Näin niin kauan, kuin lamppu on ehjä, ei haitallista säteilyä pääse kuvun ulkopuolelle. [10.]

Vaikka elohopeahöyryvalaisimet ovat käyttämänsä sähkötehoonsa nähden monta kertaa tehokkaampia, kuin esimerkiksi hehkulamput, ovat ne huomattavasti valotehokkuudeltaan heikompia, kuin modernit monimetallilamput tai LED-lamput. Lisäksi elohopean ja ultraviolettisäteilyn käyttäminen valaistuksessa on aina huomioon otettava seikka. Niinpä EU kielsi elohopeahöyrylamppujen markkinoille tuomisen kokonaan vuonna 2015. Asetuksen tarkoituksena oli siirtyä energiatehokkaampiin vaihtoehtoihin, kuten energiansäästölamput ja LED-lamput. Näillä asetuksilla halutaan myös tuoda väestön huomiota laitteiden energiatehokkuusluokituksiin. [11.]

### 3.3 Suurpainenatriumvalaisin

Suurpainenatriumvalaisimet ovat edeltäjänsä elohopeahöyryvalaisimen tavoin kaasupurkauslamppu, jonka valon tuotanto perustuu natriumhöyryyn. Ne ovat elohopeahöyrylamppuja energiatehokkaampia, mutta natriumhöyryn tuottama valo on väriltään oranssia. Oranssi valo on ongelmallista useastakin syystä, joista edellä mainittuna tämän selvityksen kannalta oleellinen, huonosta värintoistosta aiheutuva sokaiseva vaikutus. Suurpainenatriumvalaisimia tehdään myös värikorjattuna, jolloin natriumhöyryn tuottamaan valoon lisätään sinistä väriä. Tämä lisää valaisimen värintoistoa, mutta valotehokkuus ja käyttöikä kärsivät prosessissa, tehden niistä vähemmän taloudellisen ja kannattavan vaihtoehdon. Suoraan elohopeahöyrylamppun

tilalle laitettavat suurpainenatriumvalaisimet eivät edeltäjänsä lailla täytä EU:n säätämiä uusia vaatimuksia energiatehokkuudelta ja näin niistä suurin osa on jäänyt myös pois markkinoilta vuoden 2015 uudistuksen myötä. [13;14;15.]

### 3.4 Valaistuksen ohjaus

Puhuttaessa valaistuksen käyttöistä keskitytään usein ainoastaan valaisintyypeille ominaisista polttoajoista. Tämän ollessa täysin kelpo keskustelun aihe täytyy huomioon ottaa myös valaistuksen ohjaustapa. Valaistuksen ohjaamisella tarkoitetaan sen päälle ja pois kytkemistä. On huomattu, että jokaiselle tuttu päälle-pois -kytkin, vaikka onkin helposti käytettävissä ja useaan kohteeseen sovellettavissa, ei aina olekaan paras vaihtoehto, kun tarkasteluun otetaan mukaan taloudellisuus. Tyypillisiä tapoja ohjata valaistusta ovat:

- painonapit
- kellokytkimet
- hämäräkytkimet
- liiketunnistimet.

Ohjaustavan valitsemisessa tulee ottaa huomioon käyttökohteen ominaisuudet. Ohjauksen tulee olla helppokäyttöinen ja tehokas sen ympäristöön.

Seuraavassa on esimerkki valaistuksen ohjauksesta:

Jalkapallostadionilla pelataan jalkapalloa pitkin päivää. Stadionilla ei ole kattoa, joten päivisin sinne säteilee hyvin päivänvalo, mutta illan viimeisillä vuoroilla alkaa olla jo hämärää. Illalla tarvitaan siis lisää valoa valaistuksesta, eikä haluta, että valot joudutaan sytyttämään henkilöstön puolesta kustannussyistä, eikä myöskään haluta, että vastuu valojen sammuttamisesta on käyttäjillä. Valaistuksen ohjauksessa voidaan siis käyttää vaikkapa kellokytkintä, johon asetetaan tietyt kellonajat, joiden välillä tyypillisesti tarvitaan lisävaloa ja kytkin sytyttää ja sammuttaa valaisimet automaattisesti. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää hämäräkytkintä, joka mittaa valoisuutta ulkona ja kun valon määrä tippuu asetettujen arvojen alapuolelle, syttyvät valot automaattisesti. Vuorostaan kun päivänvalo alkaa taas lisääntyä, sammuttaa kytkin valaisimet tarpeettomina. Näin voidaan turvata tarvittava valaistus ilman, että on riskiä, että pelaajat unohtaisivat valot päälle, eikä niitä myöskään tarvitse polttaa jatkuvasti säästäten prosessissa huomattavasti energiaa ja pidentäen lamppujen käyttöikää.

Tässä selvityksessä ei ole otettu kantaa siihen, mikä olisi optimaalinen tapa ohjata valaistusta, vaan niihin on laskelmissa arvioitu mahdolliset polttoajat käyttökohteen mukaan. Selvitystä aloitettaessa oletettiin säästöjen muodostuvan lähinnä valaisimien energiatehokkuuden paranemisesta, mutta kävikin ilmi, että monet valaisimista palavat nykytilanteessa jatkuvasti täydellä teholla. Niitä ohjaamalla välillä pois päältä tai himmentämällä niitä, kun kulkua ei ole, saatiinkin useissa kohteissa huomattava määrä lisäsäästöjä.

#### 4 Selvitystyön prosessi

Selvitystä alettiin tekemään yhdessä Finavian Helsinki-Vantaan lentoaseman huoltopäällikön kanssa. Lentoasemaa käveltiin läpi ja huoltopäällikön alueen tuntemuksen perusteella alettiin poimia tiloja mahdollisiksi kohteiksi. Tiloja käytiin katsomassa paikan päällä ja tutustuttiin niihin pintapuolin. Lisää kohteita tuli mukaan myöhemmässäkin vaiheessa selvityksen edistyttyä, mutta aluksi lähdettiin tarkastelemaan HK004 väestönsuojaa eli luolaa ja lentoaseman tiloja terminaalista T1. Kun kohteita oli valittu tarpeeksi alkuun pääsemiseksi, siirryttiin toimistoon etsimään tilojen piirustuksia. Piirustuksista oli tarkoitus tarkistaa valaisimien tarkat määrät ja positiot. Haluttiin myös tarkastella, olivatko valaisimet optimaalisesti sijoitettuna. Todettiin yleisesti, että valaisimia on riittävästi ja ne on oikein sijoitettu, eikä niitä päätetty lisätä tai vähentää. Piirustusten tarkastelu osoittautui kuitenkin haastavaksi, sillä lentoaseman piirustukset on jaettu todella moneen tasoon. Lisäksi moni näistä löydetyistä piirustuksista ei ollut ajan tasalla, vaan niistä saattoi puuttua valaisimia tai löydetty valaisinluettelot olivat puutteellisia. Niinpä dokumenteista kerättiin kaikki tieto, joka saatavilla oli ja lopuksi jalkauduttiin kentälle. Valaisimien lopulliset määrät onkin laskettu käsin kohteessa.

Kun valaisimien määrät ja tehot listattua päästiin laskemaan valaistuksen tehon kulutusta nykyisellään. Kohteiden energiankulutukset on esitetty muodossa kilowattituntia (kWh) tai megawattituntia (MWh). Nykytilanteen selvittyä alettiin pohtia korvaavia vaihtoehtoja. Valaisinvertailu tehtiin nopeasti ja päädyttiin siihen tulokseen, että esiselvityksen kannalta ei ole oleellista valita lopullista valaisinta, vaan se päätös tehdään sitten urakoitsijan kanssa, jos modernisointi päätetään suorittaa. Luolan osalta oletimme korvaavaksi valaisimeksi Osramin Aqualine valaisimen, joka on teholtaan 42W. (Liite 1.) Tähän syynä oli se, että kyseinen valaisin oli alueella jo osittain käytössä

ja päätettiin sen kelpaavan koko luolan alueelle. Seuraavissa kohteissa ei ole otettu lainkaan kantaa korvaavaan valaisimeen, vaan on etsitty nykyisiä valaisimia vastaavia LED-valaisimia ja käytetty niiden tehoja. Kaikissa laskuissa on käytetty sähkön hinnan vakiona 10 snt/kWh.

#### 4.1 Luola

Vanhan valaistuksen tuottaman valovirran määrä halutaan kuta kuinkin säilyttää uudenkin valaistuksen päällä ollessa. Tarkoituksena kuitenkin on saada lisäsäästöjä himmentämällä valaistusta, kun tiloissa ei liiku ketään, mutta yhdessä ratkaisussa on jätetty tiloihin hieman valoa esim. kameravalvontaa varten. Taulukkoon 1 on laskettu vanhan valaistuksen energiankulutukset ja niistä aiheutuvat kustannukset, sekä korvaavan LED-valaistuksen "Aina päällä" -vaihtoehto ja kolme eri tavoin ohjattua himmennettyä vaihtoehtoa. Luolan käyttö koostuu yleensä lähinnä läpi kulkemisesta, joten sinne päätettiin soveltaa liiketunnistimia.

Taulukko 1. Luolan valaistuksen laskelmat.

	Valaisin (W)	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (100%)	Kulutus kk (20%)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)	Säästö / a (€)	Säästö %
Vanha	42	137	5754	4143	0	49715	4971,50	-	-
Vanha	80	163	13040	9389	0	112666	11266,60	-	-
Vanha	130	60	7800	5616	0	67392	6739,20	-	-
Vanhat yht.	-	360	26594	19148	0	229772	22977,20	-	-
Aina päällä	42	360	15120	10886	0	130637	13063,68	9913,54	43,15
Himmennys 1	42	360	15120	4536	1270	69673	6967,30	16009,92	69,68
Himmennys 2	42	360	15120	2268	454	32659	3265,90	19711,32	85,79
Himmennys 3	42	360	15120	1814	363	26127	2612,74	20364,48	88,63

Taulukon 1 kuukausittaiset energiankulutukset ovat muotoa kWh/kk.

Himmennys 1 -vaihtoehdossa on laskettu, että liiketunnistimen havaitessa henkilön, palaisivat valot kymmenen minuuttia täydellä teholla, jonka jälkeen ne himmentyisivät 20 %:n teholle. Näillä sykleillä on laskettu, että vuorokaudessa lopullinen polttoaika olisi 10 h täydellä teholla ja 14 h himmennettynä.

Himmennys 2 -vaihtoehdossa on laskettu, että liikettä tunnistaessaan palaisivat valot ensin 5 min täydellä teholla, himmentyisivät sitten 20 %:n teholle toiseksi viideksi minuutiksi, jonka jälkeen ne sammuisivat kokonaan. Polttoajoiksi on oletettu 5 h täydellä teholla, 5 h himmennettynä sekä 14 h pois päältä.

Himmennys 3 -vaihtoehdossa on sama ohjaus, kuin vaihtoehdossa 2, mutta vuorokaudelle ei ole oletettu polttoaikoja, vaan laskut on tehty olettamalla kaksi poltto + himmennys sykliä jokaiselle tunnille (vastaa 8 h polttoaikaa).

Kuten taulukosta nähdään, jo valaistuksen muuttamalla LED-valaistukseksi saadaan vuodessa aikaan huomattavia, yli 40 %:n säästöjä. Seuraavaksi lähdettiin pohtimaan modernisoinnin kustannuksia.

Kustannukset on jaettu karkeasti suunnitteluun, valaisimiin, asennukseen ja muihin kuluihin. Muut kulut koostuvat muun muassa tunnistimista ja niiden säätämisestä. Taulukossa suunnittelun kustannukset on laskettu yhteen muiden kulujen kanssa. Himmennettävien ratkaisujen kustannukset on laskettu samoiksi, sillä ohjelmointiin menevä työ on lähes sama, mutta ohjaustapa ja siitä aiheutuvat säästöt muuttuvat. Laskuissa on oletettu:

- Valaisimien hinnaksi 140 €/kpl
- Asennuskulut 50 % valaisimen hinnasta
- Ei säädettävän vaihtoehdon muiksi kuluiksi 10 % asennuskuluista
- Säädettävien vaihtoehtojen muiksi kuluiksi 50 % asennuskuluista
- Suunnittelun kustannuksiksi 10 000 €

Taulukko 2. Luolan valaistuksen asennuskustannukset.

	Valaisin kpl/yht. (€)		Asennus (€)	Muut (€)	Yhteensä
Aina päällä	140	50400	25200	12520	88120
Himmennys 1	140	50400	25200	22600	98200
Himmennys 2	140	50400	25200	22600	98200
Himmennys 3	140	50400	25200	22600	98200

Taulukko 3. Luolan takaisinmaksuajat.

	Investointi (€)	Säästö / a (€)	Takaisinmaksuaika (a)
Aina päällä	88120	9913,54	8,9
Himmennys 1	98200	16009,92	6,1
Himmennys 2	98200	19711,32	5,0
Himmennys 3	98200	20364,48	4,8

Koska valaisimia ei lähdetty siirtämään tai vähentämään, päätettiin, että voidaan käyttää vanhoja jo olemassa olevia kaapelointeja, valaisinripustuskiskoja, hyllyjä yms. tuoden

kustannuksia hieman alaspäin. Taulukoista 2 ja 3 näkyvät eri vaihtoehtojen kokonaiskustannukset ja niistä aiheutuvilla säästöillä lasketut takaisinmaksuajat.

Luolan yhteenvedona voidaan todeta, että jo valaisimet vaihtamalla saamme muutaman vuoden jälkeen aikaan tuntuja säästöjä tiputtaen vuosittaisen energiankulutuksen nykyisestä 230 MWh:sta noin 130 MWh:n. Taulukoista voi myös päätellä, että järkevin vaihtoehto on vaihtaa valaistus himmennettävään toteutukseen, sillä hieman suuremmalla kertainvestoinnilla saadaan kasvatettua vuotuista säästöä ja täten lyhennettyä takaisinmaksuaikaa. Laskelmissa näkyvien hyötyjen lisäksi, kun valaistusta ei ajeta täydellä teholla, saamme edelleen pidennettyä jo kasvavaa huoltoväliä.

#### 4.2 Terminaali T1

Terminaalissa T1 on tällä hetkellä kohteiden valaistukset toteutettu eri tehoisilla loisteputki-, suurpainenatrium- ja elohopeahöyryvalaisimilla. Kohdassa 2.2 on listattu valaisimien määrät niiden nimellisine tehoineen, mutta liitälaitteineen valaisimien tehot ovat noin 15 % suurempia ja laskuissa on käytetty tätä suurempaa arvoa. T1 alueella haastetta loi se, että osassa kohteista oli lukuisia erilaisia ja eri tehoisia valaisimia. Niitä ei haluttu täysin olettaa samanlaisiksi, joten niiden kulutukset on laskettu ensin kaikki erikseen. Auki laskettuja kohteita olivat matkatavaran käsittely ja P-tason kohteet, eli terminaalin T1 ja pysäköintitalon P3 välinen tunneli ja pukuhuonekäytävät. Lisäksi liitteenä on pohjapiirustus, johon on rajattu porttialue, lähtö- ja tuloaula sekä terminaalin edusta näiden alueiden hahmottamisen helpottamiseksi.



Taulukko 4. Matkatavaran käsittelyn nykyinen valaistus.

Matkatavaran käsittely				Liite 2		1 (3)
T1	W	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)
Pos. 3	41	4	164	118	1417	141,70
Pos. 4	67	2	134	96	1158	115,78
Pos. 23	67	32	2144	1544	18524	1852,42
Pos. 26	41	6	246	177	2125	212,54
Pos. 27	67	22	1474	1061	12735	1273,54
Pos. 72	67	186	12462	8973	107672	10767,17
Pos. 73	133	29	3857	2777	33324	3332,45
Pos. 206	67	97	6499	4679	56151	5615,14
Pos. 212	133	6	798	575	6895	689,47
Pos. 302	56	2	112	81	968	96,77
Pos. 303	62	19	1178	848	10178	1017,79
Pos. 306	56	70	3920	2822	33869	3386,88
Pos. 322	56	72	4032	2903	34836	3483,65
Pos. X (2x49W)	113	12	1356	976	11716	1171,58
Yht.		559	38376	27631	331569	33156,86

Matkatavaran käsittelyn valaisimet on nimetty taulukoissa 4 ja 5 niiden valaisinluettelosta ja piirustuksista löytyneiden positionumeroiden perusteella. Viimeistä valaisinta ei ollut nimetty kuvissa lainkaan eikä sitä löytynyt valaisinluettelosta, joten sille annettiin laskuissa nimi Positio X. Joitain valaisimia löytyi vain yksittäisiä kappaleita, mutta ne haluttiin pitää selvityksessä mukana ja modernisoida valaisimet yhdellä kertaa. Valaistus on nykyisellään jatkuvasti päällä eli laskut on tehty käyttämällä 24 h polttoaikaa.

Taulukko 5. Matkatavaran käsittelyn säästöt.

Matkatavaran käsittely				Liite 2		2 (3)			
	W	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk 50% (kWh)	Kulutus kk 100% (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)	Säästö / a (€)	Säästö %
Pos. 3	23	4	92	8	50	604	60,44	81,25	57,34
Pos. 4	42	2	84	8	45	552	55,19	60,59	52,33
Pos. 23	42	32	1344	121	726	8830	883,01	969,41	52,33
Pos. 26	23	6	138	12	75	907	90,67	121,88	57,34
Pos. 27	42	22	924	83	499	6071	607,07	666,47	52,33
Pos. 72	42	186	7812	703	4218	51325	5132,48	5634,68	52,33
Pos. 73	42	29	1218	110	658	8002	800,23	2532,22	75,99
Pos. 206	42	97	4074	367	2200	26766	2676,62	2938,52	52,33
Pos. 212	42	6	252	23	136	1656	165,56	523,91	75,99
Pos. 302	23	2	46	4	25	302	30,22	66,55	68,77
Pos. 303	42	19	798	72	431	5243	524,29	493,51	48,49
Pos. 306	23	70	1610	145	869	10578	1057,77	2329,11	68,77
Pos. 322	23	72	1656	149	894	10880	1087,99	2395,66	68,77
Pos. X (2x49W)	42	12	504	45	272	3311	331,13	840,46	71,74
Yht.		559	20552	1850	11098	135027	13502,66	19654,20	59,28

Tässä vanhoille valaisimille on tarjottu jokin vastaava, pienempitehoinen LED-valaisin. Korvaava valaistus on suunniteltu himmennettäväksi. Kun liiketunnistin havaitsee liikettä, palavat valot täydellä teholla ja tilan ollessa käyttämättömänä himmenevät ne sitten puolelle teholla. Laskuissa on oletettu, että valaistus palaisi puolella teholla 6 h vuorokaudesta ja täydellä teholla 18 h vuorokaudesta. Näin on saatu lähes kaikkien valaisimien kulutuksesta säästettyä lähes 60 %.

Taulukko 6. Matkatavaran käsittelyn asennuskustannukset.

Matkatavaran käsittely			Liite 2		3 (3)
	Valaisin kpl/yht. (€)	Asennus (€)	Muut (€)	Yhteensä (€)	
Pos. 3	140	560	280	140	980
Pos. 4	140	280	140	70	490
Pos. 23	140	4480	2240	1120	7840
Pos. 26	140	840	420	210	1470
Pos. 27	140	3080	1540	770	5390
Pos. 72	140	26040	13020	6510	45570
Pos. 73	140	4060	2030	1015	7105
Pos. 206	140	13580	6790	3395	23765
Pos. 212	140	840	420	210	1470
Pos. 302	140	280	140	70	490
Pos. 303	140	2660	1330	665	4655
Pos. 306	140	9800	4900	2450	17150
Pos. 322	140	10080	5040	2520	17640
Pos. X (2x49W)	140	1680	840	420	2940
Yht.		78260	39130	19565	136955

Taulukkoon 6 on laskettu, että yhteensä kohteesta kasautuu noin 140 000 €:n urakka. Valaistus on himmennettävää, joten asennuskuluina on käytetty 50 % valaisimen hinnasta ja muina kuluina 50 % asennuskuluista. Takaisinmaksuajat on koottu yhteen kaikkien terminaalin T1 kohteiden kanssa.

Taulukko 7. Pukuhuoneiden vanha valaistus.

Pukuhuoneet				Liite 1		1 (3)
T1	W	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)
Pos. 4	67	70	4690	1688	20261	2026,08
Pos. 5	133	38	5054	1819	21833	2183,33
Pos. 6	133	9	1197	431	5171	517,10
Pos. 7	133	6	798	287	3447	344,74
Pos. 9	67	32	2144	772	9262	926,21
Pos. 11	41	2	82	30	354	35,42
Pos. 21	133	2	266	96	1149	114,91
Pos. 22	67	3	201	72	868	86,83
Pos. 23	67	3	201	72	868	86,83
Pos. 39	41	1	41	15	177	17,71
Pos. 45	92	2	184	66	795	79,49
Pos. 67	67	15	1005	362	4342	434,16
Pos. 73	133	2	266	96	1149	114,91
Pos. 74	133	2	266	96	1149	114,91
Pos. 75	133	6	798	287	3447	344,74
Yht.		193	17193	6189	74274	7427,38

Pukuhuoneiden valaistuksesta on myös tehty koonti positionumeroiden perusteella taulukoihin 7 ja 8. Teho on laskettu olettamalla, että valaistus on päällä 12 h vuorokaudesta. Yksittäisen rivin aiheuttamat kulut eivät ole kovinkaan suuria, mutta kokonaisuudessaan pelkästään pukuhuoneiden alueelta kasaantuu lähes 7,5 tuhannen euron menoerä.

Taulukko 8. Pukuhuoneiden säästöt.

Pukuhuoneet				Liite 1		2 (3)			
	W	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)	Säästö / a (€)	Säästö %	
Pos. 4	28	70	1960	706	8467	846,72	1179,36	58,21	
Pos. 5	42	38	1596	575	6895	689,47	1493,86	68,42	
Pos. 6	42	9	378	136	1633	163,30	353,81	68,42	
Pos. 7	42	6	252	91	1089	108,86	235,87	68,42	
Pos. 9	28	32	896	323	3871	387,07	539,14	58,21	
Pos. 11	28	2	56	20	242	24,19	11,23	31,71	
Pos. 21	42	2	84	30	363	36,29	78,62	68,42	
Pos. 22	28	3	84	30	363	36,29	50,54	58,21	
Pos. 23	28	3	84	30	363	36,29	50,54	58,21	
Pos. 39	28	1	28	10	121	12,10	5,62	31,71	
Pos. 45	28	2	56	20	242	24,19	55,30	69,57	
Pos. 67	28	15	420	151	1814	181,44	252,72	58,21	
Pos. 73	42	2	84	30	363	36,29	78,62	68,42	
Pos. 74	42	2	84	30	363	36,29	78,62	68,42	
Pos. 75	42	6	252	91	1089	108,86	235,87	68,42	
Yht.		193	6314	2273	27276	2727,65	4699,73	63,28	

Myös korvaavan valaistuksen on laskuissa oletettu palavan 12 h vuorokaudesta. Todellisuudessa tämä lukema todennäköisesti tippuu hieman, mutta laskut haluttiin olettaa mieluummin liian pienillä säästöillä, kuin yliarvioida niitä. Tästäkin kohteesta saatiin yhteensä reilun 60 %:n säästöt.

Taulukko 9. Pukuhuoneiden asennuskustannukset. HUOM

Pukuhuoneet			Liite 1		3 (3)
	Valaisin kpl/yht. (€)	Asennus (€)	Muut (€)	Yhteensä (€)	
Pos. 4	140	9800	4900	490	15190
Pos. 5	140	5320	2660	266	8246
Pos. 6	140	1260	630	63	1953
Pos. 7	140	840	420	42	1302
Pos. 9	140	4480	2240	224	6944
Pos. 11	140	280	140	14	434
Pos. 21	140	280	140	14	434
Pos. 22	140	420	210	21	651
Pos. 23	140	420	210	21	651
Pos. 39	140	140	70	7	217
Pos. 45	140	280	140	14	434
Pos. 67	140	2100	1050	105	3255
Pos. 73	140	280	140	14	434
Pos. 74	140	280	140	14	434
Pos. 75	140	840	420	42	1302
	Yht.	27020	13510	1351	41881

P-tason pukuhuoneiden alueen valaistuksen kustannukset on koottu taulukkoon 9. Modernisointi kustantaisi yhteensä hieman yli 40 000 €.

Taulukko 10. T1–P3 tunnelin laskelmat.

T1-P3 Tunneli				Liite 3			1 (1)
	W	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)	
Downlight		30	101	3030	2182	26179	2617,92
Seinävalot		133	32	4256	3064	36772	3677,18
	Yht.	133	7286	5246	62951	6295,10	

	W	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk 50 % (kWh)	Kulutus kk 100% (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)	Säästö / a (€)	Säästö %
Downlight	10	101	1010	61	121	2182	218,16	2399,76	91,67
Seinävalot	42	32	1344	81	161	2903	290,30	3386,88	92,11
	Yht.	133	2354	141	282	5085	508,46	5786,64	91,92

	Valaisin kpl/yht. (€)		Asennus (€)	Muut (€)	Yhteensä (€)
Downlight	80	8080	4040	2020	14140
Seinävalot	140	4480	2240	1120	7840
	Yht.	12560	6280	3140	21980

T1-P3 tunnelissa on kahdenlaisia valaisimia, jotka molemmat on laskettu säädettävänä vaihtoehtona. Toimenpiteillä saataisiin kohteessa huomattavia säästöjä eli yli 90 %:n osuus saataisiin leikattua. Tämä näkyy taulukossa 10.

Nyt kun eri valaisimia sisältävät kohteet on laskettu auki, voidaan ne laittaa yhteen muiden kohteiden kanssa ja tehdä niille sama prosessi, kuin luolalle. Selvitettiin siis Terminaalin T1 alueen kohteiden kokonaiskulutukset nykytilanteessa.

Taulukko 11. T1 vanha valaistus.

T1	W	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)
Rahtitie alikulku	173	26	4498	3239	38863	3886,27
Lähtö- ja tuloaula 1	144	159	22896	13738	164851	16485,12
Porttialue 12-15	144	225	32400	19440	233280	23328,00
Pukuhuonekäytävät	-	193	17193	6189	74274	7427,38
Sillanalusvalot	92	241	22172	7982	95783	9578,30
Lippavalot	144	14	2016	726	8709	870,91
Matkatavaran käsittely	-	559	38376	27631	331569	33156,90
T1-P3 tunneli	-	133	7286	5245	62951	6295,10
	Yht.	1550	146837	84189	1010280	101027,98

Taulukossa 11 on kaikkien T1 kohteiden kulutukset ja siitä näkyy, että kohteiden koot vaihtelevat melko suuresti ja niistä kasaantuu n. 100 000 € vuosittainen kuluerä. Matkatavaran käsittelyn ja T1-P3 tunnelin polttoaikoina on oletettu 24 h ja muissa kohteissa 12 h vuorokaudessa. Valaistuksen laskettu vuosittainen sähkönkulutus on noin 1010MWh.

Kullekin valaisintyypille on oletettu korvaava valaisin ja tämän teho. Taulukkoon 12 on jälleen laskettu kulutusten lisäksi uuden ja vanhan valaistuksen vuosittaisia kustannuksia vertaamalla saatu vuosittainen säästö euroina ja prosentteina.

Taulukko 12. T1 säästöt.

	W	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)	Säästö / a (€)	Säästö %
Rahtitie alikulku	50	26	1300	936	11232	1123,20	2763,07	71,10
Lähtö- ja tuloaula 1	57	159	9063	5438	65254	6525,36	9959,76	60,42
Porttialue 12-15	57	225	12825	7695	92340	9234,00	14094,00	60,42
Pukuhuonekäytävät	-	193	6314	2273	27276	2727,65	4699,73	63,28
Sillanalus valot	38	241	9158	3297	39563	3956,26	5622,05	58,70
Lippavalot	38	14	532	192	2298	229,82	641,09	73,61
Matkatavaran käsittely	-	559	20552	11252	135027	13502,70	23585,04	59,28
T1-P3 tunneli	-	133	2354	424	5085	508,46	5786,64	91,92
Yht.		1550	62098	31506	378075	37807	67151	66,47

Kuten taulukkoon 12 on laskettu, vastaavien LED-valaisimien kulutus olisi noin 378 MWh, joka tarkoittaa sitä, että kootuilta alueilta saataisiin näillä keinoilla noin 67 000 € säästöä vuodessa. Tämä vastaa reilun 60 %:n osuutta. Laskentatapa ei ota huomioon huoltokustannusten pienenemisestä aiheutuvia säästöjä. Kuten taulukoista 5 ja 10 näkee, matkatavaran käsittelyalueen ja T1-P3 -tunnelin korvaavat valaistukset on laskettu himmennettäväksi. Himmennyksen on laskettu toimivan siten, että tunnistimen havaitessa liikettä, valot palavat 100 %:n teholla kymmenisen minuuttia, jonka jälkeen ne himmenevät 50 %:n teholle. Matkatavaran käsittelyssä on oletettu 50 %:n teholla 6 h ja 100 %:n teholla 18 h ja T1-P3 -tunnelissa 50 %:n teholla 4 h ja 100 %:n teholla 4 h.

Alueen modernisoinnin kustannuksia lähdettiin oletamaan samalla tapaa kuin luolan kohdalla, mutta pienin muutoksin. Suunnittelun kustannukset ovat jälleen laskettuna muihin kuluihin. Kohteissa on oletettu:

- T1-P3 -tunnelin downlight-valaisimet 80 € / kpl
- Porttialueen 12-15 korkean tilan valaisimet 150 € / kpl
- Muut valaisimet 140 € / kpl
- Asennuskulut 50 % valaisimen hinnasta
- Matkatavaran käsittely ja T1-P3 -tunnelin himmennettävien valaisimien muut kulut 50 % asennuskuluista
- Muiden valaisimien muut kulut 10 % asennuskuluista
- Suunnittelun kustannukset 10 000 €

Taulukko 13. T1 asennuskustannukset.

	Valaisin kpl/yht. (€)		Asennus (€)	Muut (€)	Yhteensä (€)
Rahtitie alikulku	140	3640	1820	182	5642
Lähtö- ja tuloaula 1	150	23850	11130	1113	36093
Porttialue 12-15	150	33750	15750	1575	51075
Pukuhuonekäytävät	140	27020	13510	1351	41881
Sillanalus valot	140	33740	16870	1687	52297
Lippavalot	140	1960	980	98	3038
Matkatavaran käsittely	140	78260	39130	19565	136955
T1-P3 tunneli	140	12560	6280	3140	21980
	Yht.	214780	105470	38711	358961

Taulukko 14. T1 takaisinmaksuajat.

	Investointi (€)	Säästö / a (€)	Takaisinmaksuaika (a)
Rahtitie alikulku	5642	2763,07	2,0
Lähtö- ja tuloaula 1	36093	9959,76	3,6
Porttialue 12-15	51075	14094,00	3,6
Pukuhuonekäytävät	41881	4699,73	8,9
Sillanalus valot	52297	5622,05	9,3
Lippavalot	3038	641,09	4,7
Matkatavaran käsittely	136955	23585,04	5,8
T1-P3 tunneli	21980	5786,64	3,8
Yht.	358961	67151,38	5,3

Laskettua kaikkien kohteiden modernisoinnin kustannukset taulukossa 13 voidaan koostaa terminaalin T1 investointien kokonaiskustannukset ja laskea kokonaissäästöjen perusteella takaisinmaksuajat. Kohteiden takaisinmaksuajoissa taulukossa 14 on jo suurempaakin heittelyä, mutta alueen yhteisinvestoinnin takaisinmaksuaika on kohtalaisen hyvä 5,3 vuotta.

#### 4.3 Terminaali T2

Terminaalia T2 lähdettiin selvittämään samalla tyylillä kuin Terminaalia T1. Kohteissa oli jälleen paljon eri tehoisia valaisimia, joten kaikki kellaritasoa, tavarantoimitusta ja matkatavaran käsittelyaluetta koskevat laskut on laskettu taulukoissa 15-26 valaisin kohtaisesti. Laskujen tulokset on koostettu jälkepäin muiden T2 kohteiden kanssa.

Taulukko 15. Kellarin vanha valaistus.

Valaisin (W)	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)
133	199	26467	9528	114337	11433,74
67	162	10854	3907	46889	4688,93
41	56	2296	827	9919	991,87
<b>Yht.</b>	<b>417</b>	<b>39617</b>	<b>14262</b>	<b>171145</b>	<b>17114,54</b>

Taulukosta 15 nähdään, että pelkästään kellarin valaistus maksaa vuodessa yli 17 000 €. Tästä näkyy se, että yllättävätkin kohteet, joiden ei olettaisi kuluttavan niin paljon energiaa, saattavat olla melkoisia energiasyöppöjä.

Taulukko 16. Kellarin säästöt.

Valaisin (W)	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)	Säästö / a (€)	Säästö %
42	199	8358	3009	36107	3610,66	7823,09	68,42
28	162	4536	1633	19596	1959,55	2729,38	58,21
23	56	1288	464	5564	556,42	435,46	43,90
<b>Yht.</b>	<b>417</b>	<b>14182</b>	<b>5106</b>	<b>61266</b>	<b>6126,62</b>	<b>10987,92</b>	<b>64,20</b>

Kun valaisimille on oletettu energiatehokkaammat korvaajat, saadaan aikaan lähes 11 000 euron vuosittaiset säästöt. Prosentuaaliset säästöt, jotka nähdään taulukosta 16, jakaantuvat noin 40 %-70 %:n haarukkaan eli hajontaa on jonkin verran.

Taulukko 17. Kellarin asennuskustannukset.

Valaisin (W)	Valaisin kpl/yht. (€)	Asennus (€)	Muut (€)	Yhteensä (€)
42	140	27860	13930	43183
28	140	22680	11340	35154
23	140	7840	3920	12152
	<b>Yht.</b>	<b>58380</b>	<b>29190</b>	<b>90489</b>

Projektin kustannukset taulukossa 17 ovat kokonaisuudessaan yli 90 000 €. Säästöt ovat kuitenkin niin suuret, että kohde kannattaa pitää mukana vertailussa.

Taulukko 18. Tavarantoimituksen vanha valaistus.

	W	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)
SNaOP Pos. 52	81	20	1620	1166	13997	1399,68
SNaOP Pos. 66	115	65	7475	5382	64584	6458,40
Hg LX Pos. 53	288	15	4320	3110	37325	3732,48
Hg LX Pos. 65	144	41	5904	4251	51011	5101,06
	<b>Yht.</b>	<b>141</b>	<b>19319</b>	<b>13910</b>	<b>166916</b>	<b>16691,62</b>



Taulukossa 18 tarkastellaan tavaran vastaanoton erisuuruisia valaisimia, joiden kokonaiskustannukset nousevat jopa lähes 17 000 € vuodessa.

Taulukko 19. Tavarantoimituksen säästöt.

	Valaisin (W)	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)	Säästö / a (€)	Säästö %
SNaOP Pos. 52	38	20	760	547	6566	656,64	743,04	53,09
SNaOP Pos. 66	50	65	3250	2340	28080	2808,00	3650,40	56,52
Hg LX Pos. 53	50	15	750	540	6480	648,00	3084,48	82,64
Hg LX Pos. 65	50	41	2050	1476	17712	1771,20	3329,86	65,28
Yht.		141	6810	4903	58838	5884	10808	64,75

Modernisoinnilla päästäisiin prosentuaalisesti kokonaisuudessaan yli 60 %:n säästöihin, taulukon 19 mukaan. Tulos on hyvä ja rahallinen säästö onkin yli kymmenentuhatta euroa vuodessa.

Taulukko 20. Tavarantoimituksen asennuskustannukset.

	Valaisin kpl/yht. (€)	Asennus (€)	Muut (€)	Yhteensä (€)
SNaOP Pos. 52	140	2800	1400	4340
SNaOP Pos. 66	140	9100	4550	14105
Hg LX Pos. 53	140	2100	1050	3255
Hg LX Pos. 65	140	5740	2870	8897
Yht.		19740	9870	30597

Taulukon 20 valaisimien kustannukset ovat suhteessa melko pienet, joten urakan 30 000 €:n hintalapulla saadaan kohtuullisen pieni takaisinmaksuaika.

Taulukko 21. Matkatavaran käsittelyalueen vanha valaistus.

Valaisin (W)	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)
133	824	109592	78906	946875	94687,49
67	133	8911	6416	76991	7699,10
41	25	1025	738	8856	885,60
Yht.	982	119528	86060	1032722	103272,19

Matkatavaran käsittelyalueella on poikkeuksellisen paljon valaisimia, joiden kulutukset on laskettu taulukossa 21. Tästä syystä alueen energiankulutus on todella suurta ja rahalliset menot ovat yli satatuhatta euroa vuodessa. Kohde on selkeästi yksi tärkeimmistä tarkasteltavista kohteista alueella.

Taulukko 22. Matkatavaran käsittelyalueen säästöt.

Valaisin (W)	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk 50% (kWh)	Kulutus kk 100% (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)	Säästö / a (€)	Säästö %
42	824	34608	3115	18688	227375	22737,46	71950,03	75,99
28	133	3724	335	2011	24467	2446,67	5252,44	68,22
23	25	575	52	311	3778	377,78	507,83	57,34
Yht.	982	38907	3502	21010	255619	25561,90	77710,29	75,25

Taulukosta 22 nähdään, että prosessissa saadaan aikaan alueella todella suuria säästöjä ja joka vuosi talteen jää lähes 80 000 € ylimääräistä. Näillä osuuksilla saadaan todella hyviä takaisinmaksuaikoja.

Taulukko 23. Matkatavaran käsittelyalueen asennuskustannukset.

Valaisin (W)	Valaisin kpl/yht. (€)	Asennus (€)	Muut (€)	Yhteensä (€)
42	140	115360	57680	201880
28	140	18620	9310	32585
23	140	3500	1750	6125
Yht.		137480	68740	240590

Taulukon 23 kohteen kustannukset ovat hieman suuremmat, kuin aikaisemmissa terminaalin kohteissa, mutta ottaen huomioon valaisimien määrän se ei olekaan ihme. Kokonaissumma ei kuitenkaan ole huolestuttava vaan sijoitus näyttää oikein järkevältä.

Taulukko 24. P-tason yhdyskäytävän vanha valaistus.

	Valaisin (W)	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)
Downlight	30	154	4620	1663	19958	1995,84
Toimistovalot	67	52	3484	1254	15051	1505,09
Käytävävalot	40	41	1640	590	7085	708,48
Muut	67	165	11055	3980	47758	4775,76
Pukkarit	133	46	6118	2202	26430	2642,98
Yht.		458	26917	9690	116281	11628,14

P-tason yhdyskäytävällä on myös paljon eri kokoisia valaisimia, joista moni on teholtaan melko pieni. Taulukosta 24 näkee, että energiaan kuluu vuodessa vajaat 12 000 €.

Taulukko 25. P-tason yhdyskäytävän säästöt.

	Valaisin (W)	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)	Säästö / a (€)	Säästö %
Downlight	10	154	1540	554	6653	665,28	1330,56	66,67
Toimistovalot	25	52	1300	468	5616	561,60	943,49	62,69
Käytävävalot	16	41	656	236	2834	283,39	425,09	60,00
Muut	25	165	4125	1485	17820	1782,00	2993,76	62,69
Pukkarit	42	46	1932	696	8346	834,62	1808,35	68,42
	<b>Yht.</b>	<b>458</b>	<b>9553</b>	<b>3439</b>	<b>41269</b>	<b>4126,90</b>	<b>7501,25</b>	<b>64,51</b>

Valaisimet korvaamalla saadaan tässäkin kohteessa oikein kelpoja prosentuaalisia säästöjä. Kuten taulukosta 25 näkee, säästöt ovat kaikkien valaisimien osalta 60 % tai sen yli.

Taulukko 26. P-tason yhdyskäytävän asennuskustannukset. HUOM

	Valaisin kpl/yht. (€)		Asennus (€)	Muut (€)	Yhteensä (€)
Downlight	80	12320	6160	616	19096
Toimistovalot	140	7280	3640	364	11284
Käytävävalot	140	5740	2870	287	8897
Muut	140	23100	11550	1155	35805
Pukkarit	140	6440	3220	322	9982
	<b>Yht.</b>	<b>54880</b>	<b>27440</b>	<b>2744</b>	<b>85064</b>

Kustannukset on laskettu taulukkoon 26. Yhdyskäytävän valaistuksen uusiminen kustantaisi noin 85 000 €. Tässä vaiheessa valaisinkohtaiset laskelmat on saatu tehtyä, joten voidaan kasata ne yhteen muiden Terminaalin T2 kohteiden kanssa.

Taulukko 27. T2 vanha valaistus.

<b>T2</b>	Valaisin (W)	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)
Lippavalot	92	246	22632	8148	97770	9777,02
Pukuhuonekäytävät	-	417	39617	14262	171145	17114,50
Tavaran vastaanotto 2	-	141	19319	13910	166916	16691,60
Porttialue 19-27	46	340	15640	9384	112608	11260,80
Matkatavaran käsittely	-	982	119528	86060	1032722	103272,20
Yhdyskäytävä	48	113	5424	2603,52	31242,24	3124,22
Yhdyskäytävä p-taso	-	458	26917	9690	116281	11628,14
	<b>Yht.</b>	<b>2697</b>	<b>249077</b>	<b>144057</b>	<b>1728684</b>	<b>172868,49</b>

Taulukosta 27 näemme, että kohteiden koot vaihtelevat melko suuresti ja niistä kasaantuu yli 170 000 €:n vuosittainen kuluerä. Isoimmassa yksittäisessä kohteessa on jo lähes tuhat valaisinta, joten se olisi voinut hyvin olla erillisen selvityksen kohteena,

mutta se päätettiin kuitenkin laskea yhteen muiden T2 kohteiden kanssa, sillä se on kuitenkin terminaalien alueella. Tästä voidaan havaita, kuinka eri mittakaavoissa olevia kohteita ja tiloja lentoasemalta löytyykään. Matkatavaran käsittelyn polttoaikana on oletettu 24 h ja muissa kohteissa 12 h vuorokaudessa. Valaistuksen laskettu vuosittainen sähkönkulutus on noin 1729 MWh.

Taulukko 28. T2 säästöt.

	Valaisin (W)	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)	Säästö / a (€)	Säästö %
Lippavalot	38	246	9348	3365	40383	4038,34	5738,69	58,70
Pukuhuonekäytävät	-	417	14182	5106	61266	6126,62	10987,88	64,20
Tavaran vastaanotto 2	-	141	6810	4903	58838	5883,80	12969,33	77,70
Porttialue 19-27	18	340	6120	3672	44064	4406,40	6854,40	60,87
Matkatavaran käsittely	-	982	38907	24511	255619	25561,90	93131,00	75,22
Yhdyskäytävä	20	113	2260	1084,8	13017,6	1301,76	1822,46	58,33
Yhdyskäytävä p-taso	-	458	9553	3439	41269	4126,90	7501,25	64,51
	Yht.	2697	87180	46081	514457	51445,72	139005,01	80,41

Kuten taulukkoon 28 on laskettu, vastaavien LED-valaisimien kulutus olisi noin 514 MWh, joka tarkoittaa sitä, että kootuilta alueilta saataisiin näillä keinoilla noin 139 000 € säästöä vuodessa. Laskentatapa ei ota huomioon huoltokustannusten pienenemisestä aiheutuvia säästöjä. Kuten taulukosta 22 näkee, matkatavaran käsittelyalueen korvaava valaistus on laskettu himmennettäväksi. Himmennyksen on laskettu toimivan siten, että tunnistimen havaitessa liikettä, valot palavat 100 %:n teholla kymmenen minuuttia, jonka jälkeen ne himmenevät 50 %:n teholla. Polttoaikoina laskuissa on oletettu 50 %:n teholla 6 h ja 100 %:n teholla 18 h.

Huomattavia erityispiirteitä kustannusten osalta alueella ei ollut. Matkatavaran käsittelyssä on muiksi kuluiksi oletettu 50 %, sillä himmennettävässä toteutuksessa tarvitaan enemmän antureita yms. Vaikka kustannukset nousevatkin hieman, saadaan himmennyksellä vastaavasti aikaan pienempi kulutus. Himmennettävän vaihtoehdon takaisinmaksuaika on noin sama, kuin vastaavassa säätämättömässä toteutuksessa, mutta himmennyksellä saadaan takaisinmaksuajan jälkeen aikaan enemmän säästöjä. Kustannuksissa onkin oletettu seuraavat seikat:

- Yhdyskäytävän P-tason downlight-valaisimet 80 € / kpl
- Muut valaisimet 140 € / kpl

- Asennuskulut 50 % valaisimen hinnasta
- Matkatavaran käsittelyn himmennettävien valaisimien muut kulut 50 % asennuskuluista
- Muissa valaisimissa muut kulut 10 % asennuskuluista
- Suunnittelun kustannukset 10 000 €

Taulukko 29. T2 asennuskustannukset.

	Valaisin kpl/yht. (€)		Asennus (€)	Muut (€)	Yhteensä (€)
Lippavalot	140	34440	17220	1722	53382
Pukuhuonekäytävät	140	58380	29190	2919	90489
Tavaran vastaanotto 2	140	19740	9870	987	30597
Porttialue 19-27	140	47600	23800	2380	73780
Matkatavaran käsittely	140	137480	68740	34370	240590
Yhdyskäytävä	140	15820	7910	791	24521
Yhdyskäytävä p-taso	140	54880	27440	2744	85064
	<b>Yht.</b>	<b>368340</b>	<b>184170</b>	<b>55913</b>	<b>608423</b>

Taulukko 30. T2 takaisinmaksuajat.

	Investointi (€)	Säästö / a (€)	Takaisinmaksuaika (a)
Lippavalot	53382	5738,69	9,3
Pukuhuonekäytävät	90489	10987,88	8,2
Tavaran vastaanotto 2	30597	12969,33	2,4
Porttialue 19-27	73780	6854,40	10,8
Matkatavaran käsittely	240590	93131,00	2,6
Yhdyskäytävä	24521	1822,46	13,5
Yhdyskäytävä p-taso	85064	7501,25	11,3
Yht.	608423	139005,01	4,4

Taulukosta 29 nähdään, kuinka valaisimien uusimisesta aiheutuvat kustannukset jakautuisivat. Muiden kulujen yhteenlasketussa sarakkeessa on otettu huomioon suunnittelun kustannukset. Taulukkoon 30 on koottu taulukoiden 28 ja 29 tiedot ja niiden pohjalta on laskettu takaisinmaksuajat. Kuten nähdään, takaisinmaksuajat vaihtelevat todella pienestä hieman suurempaan, mutta yhteiskustannuksilla ja säästöillä laskettu takaisinmaksuaika jää 4,4 vuoteen, joka on todella hyvä tulos.

#### 4.4 Verkostolentoasemat

Verkostolentoasemien osalta prosessi oli huomattavasti kevyempi ja tulokset pintapuolisempia. Verkostolentoasemien tiloista vastaaville tehtiin avoin ilmoitus, että

minkä luonteista selvitystä ollaan tekemässä ja pyydettiin vastaamaan oman tilanteen kartoitettua. Kaikki eivät tähän kuitenkaan edes vastanneet, joten määräaikaan saapuneilla tiedoilla selvitykseen valittiin:

- Kuopion lentoasema
- Joensuun lentoasema
- Jyväskylän lentoasema
- Turun lentoasema
- Oulun lentoasema
- Tampereen lentoasema

Näistä kohteista saatiin vaihtelevasti tietoa. Vähimmillään saatiin tietää ainoastaan nykyisen valaisimien tehot ja massat arviolta, jolloin ei voitu ottaa kantaa tilan mahdollisiin erityisvaatimuksiin. Jos valaisimista on selvinnyt niiden tyyppi, on ne korvattu laskuissa jollain vastaavalla LED-valaisimella ja käytetty tämän valaisimen tehoja vertailussa. Jos valaisimesta ei ole ollut tarkempaa tietoa, on ne oletettu loisteputkivalaisimiksi. Laskelmat tehtiin samalla tavalla, kuin Helsinki-Vantaalla. Lentoasemat on ensin laskettu erikseen ja sitten niiden tulokset on koottu yhteen.

Taulukko 31. Kuopion vanha valaistus.

EFKU	W	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)
Matkatavarahalli	37	40	1480	444	5328	532,80
Harjakonehalli	55	40	2200	1056	12672	1267,20
Työkonesuoja	113	40	4520	678	8136	813,60
	<b>Yht.</b>	<b>120</b>	<b>8200</b>	<b>2178</b>	<b>26136</b>	<b>2613,60</b>

Taulukossa 31 on saadut tiedot Kuopion lentoasemalta. Verraten Helsinki-Vantaan lentoasemaan luvut ovat paljon vaatimattomampia, mutta kohteen koko täytyy ottaa huomioon.

Taulukko 32. Kuopion säästöt.

	Valaisin (W)	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)	Säästö / a (€)	Säästö %
Matkatavarahalli	28	40	1120	336	4032	403,20	129,60	24,32
Harjakonehalli	42	40	1680	806	9677	967,68	299,52	23,64
Työkonesuoja	42	40	1680	252	3024	302,40	511,20	62,83
	<b>Yht.</b>	<b>120</b>	<b>4480</b>	<b>1394</b>	<b>16733</b>	<b>1673,28</b>	<b>940,32</b>	<b>35,98</b>

Teholtaan pienempien valaisinten modernisointi ei näytä laskujen perusteella kovin tehokkaalta. Taulukon 32 prosentuaaliset säästöt jäävät heikoiksi, joka laskee kohteen kokonaissäästön melko alas.

Taulukko 33. Kuopion asennuskustannukset.

		Valaisin kpl/yht. (€)		Asennus (€)	Muut (€)	Yhteensä (€)
Matkatavarahalli	28	140	5600	2800	280	8680
Harjakonehalli	42	140	5600	2800	280	8680
Työkonesuoja	42	140	5600	2800	280	8680
	Yht.	140	16800	8400	840	26040

Taulukossa 33 kohteen kustannuksista kasaantuu 26 000 €:n suuruinen menoerä. Aikaisemmin saadut säästöt eivät heti houkuttele kalliiseen projektiin.

Taulukko 34. Kuopion takaisinmaksuajat.

		Investointi (€)	Säästö / a (€)	Takaisinmaksuaika (a)
Matkatavarahalli	28	8680	129,60	67,0
Harjakonehalli	42	8680	299,52	29,0
Työkonesuoja	42	8680	511,20	17,0
	Yht.	26040	940,32	27,7

Taulukosta 34 näemme takaisinmaksuajat. Tässä kohtaa voidaan todeta, että Kuopion lentoaseman kohdalla ei näillä toimenpiteillä saada varsinaisia säästöjä aikaiseksi. Valaisinmäärätkään eivät tosin ole kovin suuret, joten jos niitä haluaa modernisoida muista syistä, niin se todennäköisesti onnistuu helposti muiden toimenpiteiden ohessa pikkuhiljaa.

Taulukko 35. Joensuun vanha valaistus.

EFJO			3kk	9kk		
W	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kesäaika (kWh)	Kulutus talviaika (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)
35	48	1680	605	7711	8316	831,60
83	52	4316	1554	19810	21364	2136,42
92	86	7912	2848	36316	39164	3916,44
133	36	4788	0	11491	11491	1149,12
288	60	17280	12442	55987	68429	6842,88
460	11	5060	1822	15028	16850	1684,98
Yht.	293	41036	19270	146344	165614	16561,44

Taulukosta 35 näemme, että Joensuun lentoasemalla oli verkostolentoasemista suurimmat valaisinmassat. Pienemmäksi lentoasemaksi valaistuksen kustannukset ovat melko suuret.

Taulukko 36. Joensuun säästöt.

W	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kesäaika (kWh)	Kulutus talviaika (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)	Säästö / a (€)	Säästö %
16	48	768	276	3525	3802	380,16	451,44	54,29
38	52	1976	711	9070	9781	978,12	1158,30	54,22
38	86	3268	1176	15000	16177	1617,66	2298,78	58,70
42	36	1512	0	3629	3629	362,88	786,24	68,42
118	60	7080	5098	22939	28037	2803,68	4039,20	59,03
184	11	2024	729	6011	6740	673,99	1010,99	60,00
Yht.	293	16628	7991	60174	68165	6816,49	9744,95	58,84

Prosentuaaliset säästöt vaihtelevat hiukan valaisimen tehosta riippuen, mutta taulukosta 36 nähdään, että prosentuaaliset säästöt ovat kaikki 50 %-70 %:n haarukan sisällä.

Taulukko 37. Joensuun asennuskustannukset.

W	Valaisin kpl/yht. (€)		Asennus (€)	Muut (€)	Yhteensä (€)
16	140	6720	3360	336	10416
38	140	7280	3640	364	11284
38	140	12040	6020	602	18662
42	140	5040	2520	252	7812
118	200	12000	6000	600	18600
184	700	7700	3850	385	11935
	Yht.	50780	25390	2539	78709

Kuten taulukosta 37 nähdään, kokonaisuudessaan kustannuksista kasvaa lähes 80 000 €:n suuruinen potti. Se voi olla pienemmälle lentoasemalle iso kolahdus, mutta Finavian kokoiselle yritykselle valtakunnallisessa budjetissa summa ei olekaan enää niin suuren kuuloinen. Riippuu siis miltä kantilta kustannusta tarkastelee, onko projekti täysin saavuttamattomissa.

Taulukko 38. Joensuun takaisinmaksuajat.

	Investointi (€)	Säästö / a (€)	Takaisinmaksuaja (a)
16	10416	451,44	23,1
38	11284	1158,30	9,7
38	18662	2298,78	8,1
42	7812	786,24	9,9
118	18600	4039,20	4,6
184	11935	1010,99	11,8
Yht.	78709	9744,95	8,1



Joensuun lentoaseman kokonaisinvestoinneilla ja säästöillä pääsemme hieman yli 8 vuoden takaisinmaksuaikaan ja valaisinkohtaisesti ne on koottu taulukkoon 38. Joskaan tämä ei ole mikään mahdolloman huono tulos, voidaan halutessa karsia urakasta pois pisimpien takaisinmaksuaikojen valaisimet. Tällöin saadaan pudotettua urakan kustannuksia hieman yli kahdellakymmenellä tuhannella eurolla, jolloin takaisinmaksu jää 6,8 vuoteen. Viimeisetkin valaisimet ovat tosin suositeltavaa uusia jossain vaiheessa, joten jos modernisointia lähdetään toteuttamaan, olisi helpointa tehdä koko prosessi kerralla.

Taulukko 39. Jyväskylän vanha valaistus.

EFJY						
W	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)	
144	40	5760	2074	24883	2488,32	
288	44	12672	4562	54743	5474,30	
460	43	19780	7121	85450	8544,96	
2300	1	2300	828	9936	993,60	
<b>Yht.</b>	<b>128</b>	<b>40512</b>	<b>14584</b>	<b>175012</b>	<b>17501,18</b>	

Jyväskylän lentoasemalla valaisinmäärät eivät olleet suuret, mutta kohteiden valaisimien tehot olivat melko suuret. Taulukosta 39 selviää, että mukana selvityksessä oli myös yksi suuritehoinen valonheitin, jonka yksittäinen teho on 2300 W.

Taulukko 40. Jyväskylän säästöt.

W	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)	Säästö / a (€)	Säästö %
50	40	2000	720	8640	864,00	1624,32	65,28
118	44	5192	1869	22429	2242,94	3231,36	59,03
184	43	7912	2848	34180	3417,98	5126,98	60,00
800	1	800	288	3456	345,60	648,00	65,22
<b>Yht.</b>	<b>128</b>	<b>15904</b>	<b>5725</b>	<b>68705</b>	<b>6870,53</b>	<b>10630,66</b>	<b>60,74</b>

Prosentuaalinen säästö jokaisella valaisintyyppillä on kohtuullisen hyvä ja kaiken kaikkiaan säästöt ovatkin yli kymmentuhatta euroa vuodessa. Erityismainintana yksittäisen valonheittimen säästöt ovat noin 650 € vuodessa. Taulukosta 40 näkee, että myös Jyväskylän säästöt ovat 60 %:n luokkaa.

Taulukko 41. Jyväskylän asennuskustannukset.

W	Valaisin kpl/yht. (€)	Asennus (€)	Muut (€)	Yhteensä (€)
50	160	6400	3200	9920
118	200	8800	4400	13640
184	700	30100	15050	46655
800	1200	1200	600	1860
<b>Yht.</b>	<b>46500</b>	<b>23250</b>	<b>2325</b>	<b>72075</b>

Kustannukset on koottu taulukkoon 41. Tässäkin kohteessa kustannukset ovat jo 72 000 €. Tällä kertaa säästöt ovat kuitenkin paremmassa linjassa kustannuksiin nähden, eli luku ei näytä niin kammottavalta.

Taulukko 42. Jyväskylän takaisinmaksuajat.

	Investointi (€)	Säästö / a (€)	Takaisinmaksuaika (a)
50	9920	1624,32	6,1
118	13640	3231,36	4,2
184	46655	5126,98	9,1
800	1860	648,00	2,9
Yht.	72075	10630,66	6,8

Taulukkoon 42 on koottu alueen takaisinmaksuajat. Jyväskylän lentoaseman valaistusprojektin hinnaksi tulisi reilut seitsemän kymmentä tuhatta euroa, jolla päästään 6,8 vuoden takaisinmaksuaikaan. Kokonaissäästöt ovat sen verran tuntuvat, että tälläkin takaisinmaksuajalla modernisointi saattaa kannattaa, mutta jos tulosta halutaan tehostaa, voitaisiin esimerkiksi takaisinmaksuajaltaan epäedullisimmat valaisimet jättää projektin ulkopuolelle.

Taulukko 43. Turun vanha valaistus.

Rakennus TU221	Kunnossapito				
W	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)
133	125	16625	5985	71820	7182,00

Kuten taulukosta 43 näkyy, Turun lentoasemalla ei ollut paljoa valaisimia, joita pitäisi uudistaa. Vuosittainen energian kulutuksesta aiheutuva meno on reilut seitsemän tuhatta euroa.

Taulukko 44. Turun säästöt.

W	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)	Säästö / a (€)	Säästö %
42	125	5250	1890	22680	2268,00	4914,00	68,42

Suhteessa nykyisiin energiakustannuksiin saadaan modernisoinnilla aikaan hyvät säästöt. Taulukossa 44 säästöt vastaavat prosentuaalisesti yli 68 % osuutta. Takaisinmaksuajan jälkeen tehdään kuitenkin kohteen kokoon nähden hyvän suuruisia vuosittaisia säästöjä.

Taulukko 45. Turun asennuskustannukset.

W	Valaisin kpl/yht. (€)		Asennus (€)	Muut (€)	Yhteensä (€)
42	140	17500	8750	875	27125

Taulukosta 45 löytyvän valaisintyyppin modernisoinnin kustannukset ovat noin 27 000 €. Kun katsotaan aikaansaatuja säästöjä, voidaan ajatella, että kertainvestoinnin tekemällä saadaan kohtuullinen takaisinmaksuaika.

Taulukko 46. Turun takaisinmaksuaika.

W	Investointi (€)	Säästö / a (€)	Takaisinmaksuaika (a)
42	27125	4914,00	5,5

Taulukosta 46 näkyy, että Turun osalta saadaan säästöjä jo viiden ja puolen vuoden takaisinmaksuajan jälkeen. Takaisinmaksuaika on sen verran hyvä, että projektia voidaan suositella jatkettavaksi, sillä melko nopeasti saadaan aikaan noin viiden tuhannen euron vuosittaisia säästöjä.

Taulukko 47. Oulun vanha valaistus.

Oulussa LEKO-hallissa on seuraavat valaisimet		OU003/Lentokonehalli				
	W	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)
lamppu Eko snat 400W	460	4	1840	552	6624	662,40
lamppu Eko snat 250W	288	18	5184	1555	18662	1866,24
Son-T 400W	460	3	1380	414	4968	496,80
	Yht.	25	8404	2521	30254	3025,44

Taulukossa 47 selviää, että Oulun lentoasemalla modernisoitavissa oli hyvin pieni määrä kohtuullisen tehokkaita valaisimia. Valaisimet olivat myös vanhaa, poistuvaa tekniikkaa, joka oli lisäsyynä selvityksen aloittamisessa.

Taulukko 48. Oulun säästöt.

W	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)	Säästö / a (€)	Säästö %
184	4	736	265	3180	317,95	344,45	52,00
118	18	2124	765	9176	917,57	948,67	50,83
184	3	552	199	2385	238,46	258,34	52,00
Yht.	25	3412	1228	14740	1473,98	1551,46	51,28

Säästöt saattavat alkuun näyttää pienehköiltä, mutta valaisimien määrän vuoksi se ei yllätä. Kuten taulukossa 48 on laskettu, prosentuaalisesti kuitenkin ollaan yli 50 %, joten työ voi olla kuitenkin taloudellisesti kannattavaa. Seuraavaksi kustannukset on laskettu taulukkoon 49.

Taulukko 49. Oulun asennuskustannukset.

Lentokonehalli	OU003				
	Valaisin kpl/yht. (€)		Asennus (€)	Muut (€)	Yhteensä (€)
184	200	800	400	40	1240
118	160	2880	1440	144	4464
184	200	600	300	30	930
	Yht.	4280	2140	214	6634

Investoinnin suuruus ei ole päätä huimaava johtuen valaisinmassoista. Suhteelliset säästöt ovat kuitenkin hyvät.

Taulukko 50. Oulun takaisinmaksuajat. HUOM

	Investointi (€)	Säästö / a (€)	Takaisinmaksuaika (a)
184	1240	344,45	3,6
118	4464	948,67	4,7
184	930	258,34	3,6
Yht.	6634	1551,46	4,3

Taulukkoon 50 on koottu Oulun laskelmat takaisinmaksuaikoihin. Lentoaseman osalta päästiin oikein hyvään takaisinmaksuaikaan ja säästöjä tehdään jo 4,3 vuoden jälkeen. Kokonaisinvestointikaan ei ole kovin suuri, sillä valaisimien määrä on niin pieni.

Taulukko 51. Tampereen vanha valaistus.

W	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)
92	60	5520	1987	23846	2384,64
144	45	6480	2333	27994	2799,36
288	64	18432	6636	79626	7962,62
460	32	14720	5299	63590	6359,04
Yht.	201	45152	16255	195057	19505,66

Taulukosta 51 selviää, että Tampereen lentoasemalla puolestaan oli verkostolentoasemien valaisinselvityksen osalta suurin energiankulutus.

Taulukko 52. Tampereen säästöt.

W	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)	Säästö / a (€)	Säästö %
38	60	2280	821	9850	984,96	1399,68	58,70
50	45	2250	810	9720	972,00	1827,36	65,28
118	64	7552	2719	32625	3262,46	4700,16	59,03
184	32	5888	2120	25436	2543,62	3815,42	60,00
Yht.	201	17970	6469	77630	7763	11742,62	60,20

Lentoaseman säästöt on koottu taulukkoon 52. Kokonaisuudessaan säästöä kertyy vajaat 12 000 € vuodessa, joka vastaa noin 60 %:n osuutta nykyisestä kustannuksesta.

Taulukko 53. Tampereen asennuskustannukset.

	Valaisin kpl/yht. (€)		Asennus (€)	Muut (€)	Yhteensä (€)
38	140	8400	4200	420	13020
50	140	6300	3150	315	9765
118	160	10240	5120	512	15872
184	200	6400	3200	320	9920
	Yht.	31340	15670	1567	48577

Taulukossa 53 kootut kokonaiskustannukset kohteessa ovat noin 50 000 € joka ei ole itsessään ihmeellisen suuri, mutta pienitehoisten valaisimien osuus urakassa on melko suuri. Kyseisten valaisinten säästöt jäävät pienimmiksi, ja kuten taulukossa 54 nähdään, niiden takaisinmaksuajat kasvavat hieman suuremmiksi.

Taulukko 54. Tampereen takaisinmaksuajat.

	Investointi (€)	Säästö / a (€)	Takaisinmaksuaika (a)
38	13020	1399,68	9,3
50	9765	1827,36	5,3
118	15872	4700,16	3,4
184	9920	3815,42	2,6
Yht.	48577	11742,62	4,1

Tampereella päästiin verkostolentoasemien pienimpään takaisinmaksu aikaan. Jo reilun neljän vuoden kuluttua saadaan tuntuva 11700 €:n vuosittaisia säästöjä.

#### 4.5 Pysäköintitalo P3B

Pysäköintitalon selvitys oli osaltaan ainutlaatuinen, sillä sen piirustukset olivat todella helposti löydettävissä ja ne olivat ajan tasalla. Tämä nopeutti jo entisestään nopeaa pysäköintitalon selvitystyötä. P3B

Taulukko 55. P3B:n vanha valaistus.

<b>P3B</b>	Valaisin (W)	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)
Parkkitalon valot	112	1290	144480	78019	936230	93623,04

Pysäköintitalon valaistus on tällä hetkellä toteutettu niin, että jokaisessa kerroksessa on 215 valaisinta. Jokainen valaisin on teholtaan 112 W ja on arvioitu, että valaisimet ovat päällä noin 18 h vuorokaudesta. Kustannukset on laskettu taulukkoon 55 ja tällä laskutavalla valaistuksen energiankulutuksesta aiheutuvat menot ovat yli 93 000 € vuodessa.

Taulukko 56. P3B:n säästöt.

	Valaisin (W)	Kpl	Yht. teho (W)	Kulutus kk (kWh)	Kulutus a (kWh)	10snt/kWh (€)	Säästö / a (€)	Säästö %
Vaihtoehto 1	42	1290	54180	22756	273067	27306,72	66316,32	70,83
Vaihtoehto 2	42	900	37800	15876	190512	19051,20	74571,84	79,65

Valaisimet on korvattu tutuilla 42 W LED-vaihtoehtoilla. Taulukkoon 56 on laskettu kaksi eri vaihtoehtoista toteutusta. Molemmassa vaihtoehtoissa polttoaikaa on tiputettu alkuperäisestä 14 tuntiin vuorokaudessa. On oletettu, että järkevällä ohjauksella valot palaisivat paikallisemmin pudottaen keskimääräistä polttoaikaa. Todellisuudessa polttoaika tippuisi todennäköisesti enemmänkin, mutta arviot on jälleen haluttu tässä vaiheessa laskea hieman epäedullisemmin, jotta tulokset eivät ainakaan vääristy liian positiivisen näköiseksi.

Ainoa eroavaisuus vaihtoehtojen 1 ja 2 välillä on valaisimien määrä. Vaihtoehdossa 2 on luonnosteltu samanlaista ratkaisua kuin esimerkkitapauksessa P5, jossa valaisimien määrää vähennettiin, sillä todettiin, että ajoratojen valaistus on riittävää koko pysäköintialueella. Laskuissa on oletettu, että uudella valaistuksella jokaisessa kerroksessa olisi 150 valaisinta. Näin on saatu vielä hieman suurempia säästöjä kuin vaihtoehdossa 1.

Taulukko 57. P3B:n asennuskustannukset.

	Valaisin kpl/yht. (€)		Asennus (€)	Muut (€)	Yhteensä (€)
Vaihtoehto 1	140	180600	90300	45150	316050
Vaihtoehto 2	140	126000	63000	31500	220500

Urakan kustannuksissa on oletettu, että kaikki valaisimet ovat himmennettäviä, joten asennuskustannuksina on käytetty 50 % valaisimen hinnasta ja muina kuluina on käytetty 50 % asennuskustannuksista. Taulukossa 57 on laskettuna urakan kustannukset.

Taulukko 58. P3B:n takaisinmaksuajat.

	Investointi (€)	Säästö / a (€)	Takaisinmaksuaika (a)
Vaihtoehto 1	316050	66316,32	4,8
Vaihtoehto 2	220500	74571,84	3,0

Taulukosta 58 näkee, että molemmilla vaihtoehtoilla potentiaaliset säästöt ovat suuret ja takaisinmaksuajat ovat todella lyhyitä. Jos nykyisen valaisinmäärän säilyttämiseen ei löydy hyvä syytä, on suositeltavaa valita vaihtoehto 2.

## 5 Tulokset

Kun kaikki selvitykseen mukaan otetut kohteet on saatu laskettua, voidaan paneutua hieman saatuihin tuloksiin. Jo nopealla tarkastelulla voidaan huomata, että Helsinki-Vantaan kohteista saatiin tarkimmat tiedot ja saatiin näin tarkimmat laskelmat. Verkostolentoasemienkin kohdalta voidaan nähdä, että tulokset heittelevät todella paljon, sillä saaduissa tiedoissa esimerkiksi laskettavien valaisimien määrät olivat todella erisuuruisia. Uskon, että verkostolentoasemienkin kohteita tarkemmin tarkastellessa olisi voitu saada suurempia kokonaisuuksia ja näin ehkä suurempia säästöjä.

Taulukko 59. Helsinki-Vantaan takaisinmaksuajat.

Työkohte	Energiansäästö / a (kWh)	Investointi (€)	Säästö / a (€)	Takaisinmaksuaika (a)
Luola	197113	98200	20364,48	4,8
T1	632205	358961	67151,38	5,3
T2	1214772	608423	139005,01	4,4
P3B	917179	220500	74571,84	3,0
Yht.	2961269	1286084	301092,71	4,3

Helsinki-Vantaan lentoaseman osalta kaikkien kohteiden tulokset näyttävät takaisinmaksuajoiltaan oikein hyvältä ja ne on koottu taulukkoon 59. Jokainen kohde oli myös jokseenkin kookas, joten säästöistä kasaantuu hyvinkin tuntuvia säästöjä niin energian näkökulmasta, kuin rahallisestikin. Kaikkein paras takaisinmaksuaika saatiin P3B:n osalta ja tämä johtuu siitä, että helpoilla ratkaisuilla, kuten polttoajan laskemisella ja valaisimien vähentämisellä saadaan tiputettua energiankulutusta huomattavasti. Myös esimerkiksi luolan osalta saatiin hyviä tuloksia, sillä nykyinen toteutus oli tehty niin epäedulliseksi, että energiankulutusta saadaan laskettua huonosta normaaliksi, eikä normaalista hyväksi. Saaduilla tiedoilla voidaan kuitenkin suositella modernisointia kaikkiin kohteisiin eli työn perusteella tarkastelua kannattaa jatkaa.

Taulukko 60. Verkostolentoasemien takaisinmaksuajat.

Työkohte	Energiansäästö / a (kWh)	Investointi (€)	Säästö / a (€)	Takaisinmaksuaika (a)
Kuopio	9403	26040	940,32	27,7
Joensuu	97449	78709	9744,95	8,1
Jyväskylä	106307	72075	10630,66	6,8
Turku	49140	27125	4914,00	5,5
Oulu	15515	6634	1551,46	4,3
Tampere	117426	48577	11742,62	4,1
Yht.	395240	259160	39524,01	6,6

Verkostolentoasemien osalta tulokset eivät olekaan niin helppoja. Laskelmat on koottu taulukossa 60. Takaisinmaksuajat eivät ole kokonaisuudessaan yhtä imartelevia, joten näillä tiedoilla ei kannata modernisoida kaikkia kohteita. Jos kohteista saadaan uutta tietoa niin ne voidaan palauttaa tarkasteluun, mutta tässä vaiheessa osa kohteista kannattaa jättää suosiolla pois. Lentoasemat voivat toki päättää itse, haluavatko he jatkaa prosessia, mutta selvitystyön pohjalta voidaan esimerkiksi suositella, että kohteista paras puolisko otetaan jatkotarkasteluun. Yksi vaihtoehto on jättää valaisimet, joista saatiin pienin säästö prosessin ulkopuolelle, jolloin kokonaiskustannukset



pienenevät ja suhteellinen säästö kasvaa. Tämä tarkoittaisi sitä, että Turun, Oulun ja Tampereen lentoasemilta jatkettaisiin selvitystä. Prosessi jatkuisi niin, että jatkettaisiin keskustelua lentoasemien huoltopäälliköiden kanssa, ja sovittaisiin toimenpiteistä ja käytäisiin paikan päällä tarkastelemassa aluetta tarkemmin.

## 6 Yhteenveto

Työn tavoitteena oli selvittää lentoasemien valaistuksen tila ja niiden energian kulutusta. Haluttiin löytää mahdollisia kohteita valaistuksen modernisoinnille ja sitä kautta saada aikaan säästöjä. Työ aloitettiin laskemalla valaisimien määriä ja tutustumalla valaisimien malleihin. Tämän jälkeen laskettiin nykyisen valaistuksen energiankulutus ja verrattiin sitä vastaavan LED-valaisimen kulutukseen.

Kun tuloksia lähdetään analysoimaan, voidaan todeta, että näillä vakioilla ja arvioilla valaistuksen modernisointi LED-valaisimilla kannattaisi. Arvioiden mukaan prosessilla saataisiin aikaan tuntuja säästöjä ja kohteiden miellyttävyyttä ja huoltovarmuutta saataisiin parannettua. Kaikissa kohteissa kuitenkin näin ei ollut, joten ei voida olettaa kustannusten maksavan itseään takaisin kohteesta riippumatta. Tämän pohjatyon tarkoitus ei kuitenkaan ole päättää lopullisesti kohteita, joissa modernisointi suoritetaan, vaan selvityksessä on tarkasteltu eri kohteita ja kohtuullisella työmäärällä ja panoksella otettu selvää, missä kohteissa jatkosuunnitelmia kannattaa tehdä. Jokaista kohdetta tulee tarkastella lisää, ennen varsinaisen työn aloittamista, mutta karkea ryhmittely kannattaviin ja ei kannattaviin kohteisiin on saatu tehtyä ja siinä tämä opinnäytetyö on onnistunut.

Tuloksista saatiin selville, että lentoaseman valaistukseen ei ole ennen paneuduttu juurikaan ja alueilta löytyi selkeitä energiasyöppöjä. Voidaan todeta, että valaisimet vaihtamalla saadaan aikaan yleensä 50 %–70 %:n säästöt. Jos kohteessa voidaan ohjata valaistusta älykkäämmin tai valaisimien määrää voidaan vähentää, päästään helpommin suurempiin säästöihin, jotka voivat olla jopa 80 %–90 %. Osa kohteista on kuitenkin luonteeltaan sellaisia, että energian kulutus on esimerkiksi jo kohtuullisen pientä, jolloin säästöjä on vaikea saada aikaan pelkästään valaisimet vaihtamalla. Tällöin takaisinmaksuajat voivat kasvaa liian suuriksi ja taloudellisia perusteita modernisoinnille ei ole.

Selvityksessä löydettiin taloudellisia syitä modernisoinnille useasta kohteesta ja säästöt ovat jopa merkittävän suuruisia. Lisäksi osassa kohteista muut perusteet, kuten vanhentuneet valaisintyypit, miellyttävämpi valo ja pidennetty huoltoväli ovat vähintään yhtä painavia syitä valaistuksen nykyisen tilan tarkastelulle. Tämän opinnäytetyön laajuinen työ on antanut hyvän kuvan lentoasemien valaistuksen nykytilasta ja niiden tarpeista ja on tehokas tapa aloittaa varsinaisen projektin selvitys. Selvitys on siis onnistunut hyvin ja sen pohjalta voidaan tehdä päätöksiä, mitä kohteille halutaan tulevaisuudessa tehdä.

## Lähteet

- 1 Finavia yrityksenä. 2017. Verkkoaineisto. Finavia Oyj.  
<<https://www.finavia.fi/fi/tietoa-finaviasta/finavia-yrityksena>> Luettu 1.8.2017.
- 2 Finavian historia. 2020. Verkkoaineisto. Finavia Oyj.  
<<https://www.finavia.fi/fi/tietoa-finaviasta/finavia-yrityksena/finavian-historia>> Luettu 2.5.2020.
- 3 Finavian ilmasto-ohjelma. 2020. Verkkoaineisto. Finavia Oyj.  
<<https://www.finavia.fi/fi/tietoa-finaviasta/vastuullisuus/ilmasto-ohjelma>> Luettu 2.5.2020.
- 4 Hyvä valaistus työtilassa. 2020. Verkkoaineisto. Työterveyslaitos, TTL  
<<https://www.ttl.fi/tyoymparisto/sisaymparisto/hyva-valaistus-tyotilassa/>> Luettu 2.5.2020.
- 5 Valaistus. 2020. Verkkoaineisto. Motiva.  
<[https://www.motiva.fi/julkinen\\_sektori/kiinteiston\\_energian kaytto/valaistus](https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kiinteiston_energian kaytto/valaistus)> Luettu 2.5.2020.
- 6 LED-valaistus. 2020. Verkkoaineisto. ENSTO.  
<<http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojaksot/0705016/1228387313247/1228387387439/1233229692599/1233229715150.html>> Luettu 2.5.2020.
- 7 H. J. Round. 1907. A Note on Carborundum. Electrical World.
- 8 Nevasalmi, Kaisu. 2018. Kaupan hyllyllä on yhä enemmän valaisimia, joiden lamppuja ei voi vaihtaa – silti ne voivat olla perinteisiä valaisimia ympäristöystävällisempiä. YLE uutinen. <<https://yle.fi/uutiset/3-10065410>> Luettu 2.5.2020.
- 9 LED-valaisimien elinikä. 2020. Verkkoaineisto. Fagerhult.  
<<https://www.fagerhult.com/fi/osaamiskeskus/LED/Led-valaisimien-elinika/>> Luettu 2.5.2020.
- 10 Valaisininfo. 2020. Verkkoaineisto. sivustot.net.  
<<http://www.sivustot.net/oppaat/valaisininfo.php>> Luettu 2.5.2020.
- 11 Heikura, Minna. 2014. Kajaanissa palavat vielä elohopealamput – led-valot vaihdettaneen lähivuosina. YLE uutinen. <<https://yle.fi/uutiset/3-7540487>> Luettu 2.5.2020.
- 12 Elohopeahöyrylamput vaihtoon. 2020. Verkkoaineisto. Sähköala.fi. <[https://www.sahkoala.fi/koti/valaistus/fi\\_FI/elohopeahoyrylamput\\_vaihtoon/](https://www.sahkoala.fi/koti/valaistus/fi_FI/elohopeahoyrylamput_vaihtoon/)> Luettu 2.5.2020.

- 13 Valaisinfo. Verkkoaineisto. sivustot.net.  
<<http://www.sivustot.net/oppaat/valaisinfo.php>> Luettu 2.5.2020.
- 14 Suurpainenatriumlamput. 2020. Verkkoaineisto. ENSTO.  
<<http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojaksot/0705016/1228387313247/1228387387439/1228387493589/1228397302373.html>> Luettu 2.5.2020.
- 15 Elohopeahöyrylamput poistuvat markkinoilta. 2020. Verkkoaineisto. Motiva.  
<[https://www.motiva.fi/files/9499/Elohopealamput\\_poistuvat\\_markkinoilta\\_2015\\_Mita\\_tilalle\\_katuvalaistukseen.pdf](https://www.motiva.fi/files/9499/Elohopealamput_poistuvat_markkinoilta_2015_Mita_tilalle_katuvalaistukseen.pdf)> Luettu 2.5.2020.

**Osram Aqualine 42W**[sähkönumerot.fi](https://sahkonumerot.fi)

43 094 02

Teollisuusvalaisin suljettu - AQUALINE IP66 42W 840 5200lm - OSRAM

Tuotteelle ei enää tarvita sähkönumeroa tai se on poistunut toimittajan valikoimasta.

Sähkönumero  
43 094 02 Arkistoitu 18.03.2020

Korvaava tuote

Yleisnimi ja tuotesarja  
**Teollisuusvalaisin suljettu**

Tekninen nimi  
**AQUALINE IP66 42W 840 5200lm**

Pitkä tuotenimi  
**AQUALINE LED IP66 42W 840 5200lm**

GTIN-koodi  
**4052899981447**

Toimittajan tuotekoodi  
**OLS6297BHO840**

Toimittajan tuotekoodi 2

Toimittaja / Tuotemerkki  
**SITECO GmbH, Suomen sivuliikeOSRAM**

Tuoteryhmä  
**43 Teollisuusvalaisimet**

ETIM-luokka  
**EC002892**

Tuotekuvaus  
**AQUALINE® LED...**

(koko tuotekuvaus luettavissa edempänä)

**siteco**

sähkönumerot.fi

43 094 02

Teollisuusvalaisin suljettu - AQUALINE IP66 42W 840 5200lm - OSRAM

### Tekniset tiedot (ETIM)

#### EC002892 - Katto-/seinävalaisin

Seinäasennus: <b>kyllä</b>	Ripustusasennus: <b>kyllä</b>	
Kattoasennus: <b>kyllä</b>	Uppoasennus: <b>ei</b>	Pinta-asennus: <b>kyllä</b>
Sisältää lampun: <b>kyllä</b>	Valonlähteen tyyppi: <b>LED, kiinteä</b>	Lampunpidin: <b>ei ole</b>
Soveltuu lampputehoille (ominaisuus poistunut): <b>ei tiedossa</b>	Kotelon materiaali: <b>muovi</b>	Sisältää ohjauslaitteen: <b>kyllä</b>
Himmennystapa (ominaisuus poistunut): <b>ei himmennettävä</b>	Rungon väri: <b>harmaa</b>	Suojausmateriaali: <b>opaalimuovi</b>
Kytkeäntä (ominaisuus poistunut): <b>muu</b>	Soveltuu turvavalaistukseen: <b>ei</b>	Integroitu turvavaloysikkö (ominaisuus poistunut): <b>ei</b>
Nimellisjännitealue (V): <b>220 – 240</b>	Liitäntälaitteen tyyppi: <b>elektroninen liitäntälaitte</b>	Väriämpötila-alue (K): <b>4000</b>
Pintamateriaali (ominaisuus poistunut): <b>muu</b>	Jonoasennus: <b>kyllä</b>	Soveltuu päätetyöskentelyyn: <b>ei</b>
Häikäisy-suojan tyyppi: <b>ei ole</b>	Heijastin (ominaisuus poistunut): <b>ei ole</b>	Valon jakautuminen (symmetrinen/epäsymmetrinen): <b>symmetrinen</b>
Valon suunta (suora/epäsuora): <b>suora</b>	Pituus (mm): <b>1372</b>	Leveys (mm): <b>74</b>
Korkeus/syvyys (mm): <b>64</b>	Liiketunnistin: <b>ei</b>	Valotunnistimella: <b>ei</b>
Suojausluokka: <b>II</b>	Koteloitiluokka (IP): <b>IP66</b>	Iskunkestävyysluokka: <b>IK08</b>

## Teollisuusvalaisin suljettu - AQUALINE IP66 42W 840 5200lm - OSRAM

Avauskulma (määritelty alue): <b>erittäin leveä säde &gt;80°</b>	Paloluokka "D": <b>kyllä</b>	Valaisimen suojaaminen lämpöeristävällä materiaalilla mahdollista: <b>ei</b>
Käyttölämpötila (°C) (ominaisuus poistunut): <b>-20 – +40</b>	Järjestelmän teho (W): <b>42</b>	Ilma-aukoilla: <b>ei</b>
Jännitetyyppi: <b>AC</b>	Valaisimen mitoitettu valovirta (lm): <b>5200</b>	Valon väri: <b>valkoinen</b>
Värintoistoindeksi: <b>80-89</b>		

## Mittatiedot

Pituus (syvyys) mm <b>1372</b>	Leveys mm <b>74</b>	Tilavuus l <b>6.498</b>
Korkeus mm <b>64</b>	Paino kg <b>1.65</b>	

## Muut tiedot

Alkuperämaa <b>CN</b>	ETIM-luokka <b>EC002892</b>	Muutospäivä <b>18.03.2020</b>
Takuuaika (kk)	Käyttöyksikkö <b>PCE</b>	Julkaisupäivämäärä <b>29.03.2017</b>
Tullinimike	Muunnoskerroin <b>1</b>	Sähkönimikkeistö
UNSPSC-koodi <b>39111500</b>	Myyntiyksikkö <b>BX</b>	DoP-tunniste
CE-merkintä	M1-merkintä	

sähkönumerot.fi

43 094 02

Teollisuusvalaisin suljettu - AQUALINE IP66 42W 840 5200lm -  
OSRAM

#### Käännöstiedot

Yleisnimi, English  
**Sealed industrial luminaire**  
Tekninen nimi, English

Yleisnimi, Svenska  
**Kapslad industriarmatur**  
Tekninen nimi, Svenska

#### Logistiikkatiedot

Pakk.koko1  
**1**  
Pakk.koko2

Pakk.koko3

Pakk.koko4

#### Pakkauskoko 1:n mitat

Pituus (syvyys) mm  
**1344**  
Korkeus mm  
**53**

Leveys mm  
**63**  
Paino kg  
**1.433**

Tilavuus l  
**4.488**

#### AQUALINE® LED

Valaisimen kehittämisessä on panostettu kestävyteen sekä helppoon ja nopeaan asennukseen.

Asennus ja kiinnitys tapahtuvat vapaasti sijoitettavien, ruostumattomasta teräksestä valmistettujen asennusvarusteiden avulla. Kytkentä onnistuu myös ilman työkaluja.

Valaisimen iskunkestävyys ja korkea tiivysluokitus tekevät siitä luotettavan ja monipuolisen valaisinratkaisun teollisiin tiloihin ja muihin haastaviin pölylle altistuviin olosuhteisiin.

Takuu 5 vuotta

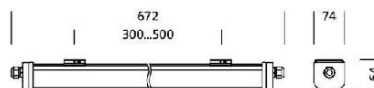


---

[sahkonumerot.fi](http://sahkonumerot.fi)43 094 02

---

Teollisuusvalaisin suljettu - AQUALINE IP66 42W 840 5200lm -  
OSRAM



Tulostettu 02.05.2020 09:45

Sivu 5/5